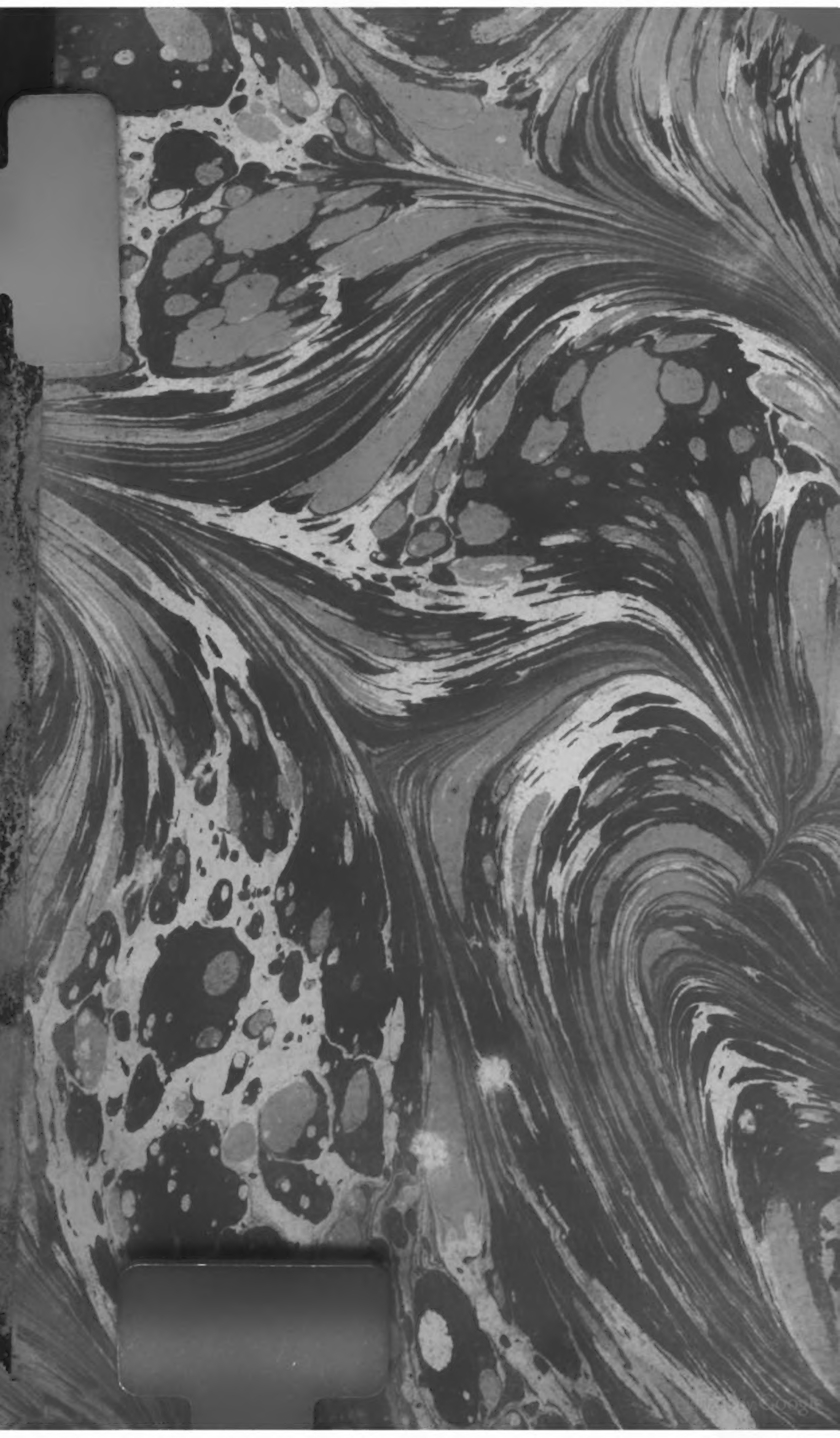
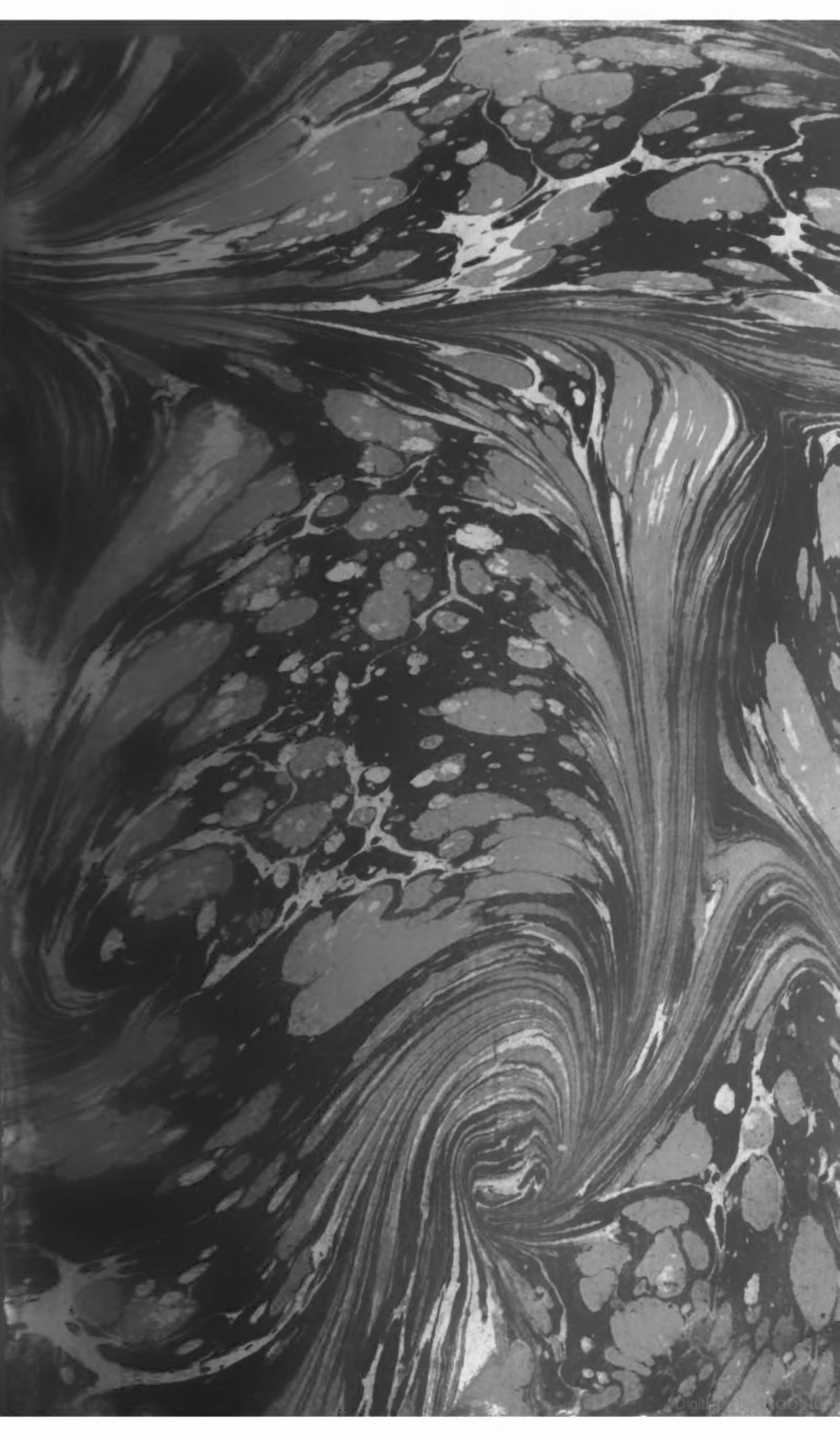






Physica. Lexica 11.

Physikalisches Wörterbuch

oder

Versuch

einer Erklärung der vornehmsten Begriffe
und Kunstwörter

der Naturlehre

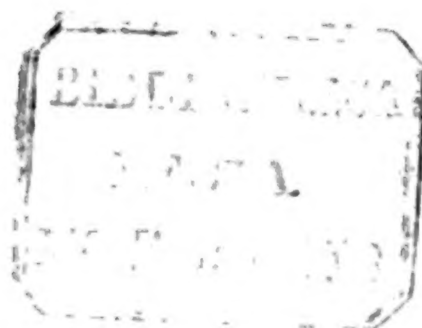
mit kurzen Nachrichten von der Geschichte
der Erfindungen und Beschreibungen der
Werkzeuge begleitet
in alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Samuel Traugott Gehler
Oberhofgerichtsassessorn und Senatorn zu Leipzig, auch der
ökonomischen Societät daselbst Ehrenmitgliede.

Dritter Theil
von Liq bis Sed
mit acht Kupfertafeln, Taf. XIV. bis XXI.

Leipzig,
im Schwickertschen Verlage 1790.



Physikalisches Wörterbuch

oder

Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstworte der Naturlehre, in alphabetischer Ordnung.

L.

Liquoren, Liquores, Liquida, *Liqueurs*, *Liquides*. Eine Benennung der tropfbaren Flüßigkeiten, s. **Flüßig**. In diesem Sinne nennt man alle Fluida Liquoren, die keinen hohen Grad von Elasticität besitzen, deren Oberflächen also in Gefäßen einen wagrechten Stand annehmen, z. B. Wasser, Weingeist, Oel, Quecksilber, geschmolzene Metalle. Vorzüglich aber giebt man diesen Namen solchen Substanzen, die in hohem Grade flüßig sind, d. i. deren Theile sich leicht trennen und beym Ausgießen viele und kleine Tropfen bilden; dagegen man zähe Flüßigkeiten, z. B. consistente Oele, Syrupe, bey geringer Wärme zerlassenes Wachs oder Siegellak u. dgl. nicht gern Liquoren nennt.

Locker, s. **Dünn**.

Lothrecht, Bleyrecht, Senkrecht, Vertikal, Verticale, *Vertical*, *A plomb*. In der Geometrie sagt man, eine Linie oder Ebne stehe auf einer ebnen Fläche **lothrecht**, wenn die Winkel, die sie mit der letztern macht, nach den in der Lehre von der Lage der Ebnen vorgeschriebnen Bestimmungen gemessen, **rechte Winkel** sind. Die Linie, die auf einer Ebne lothrecht steht, führt den besondern Namen eines **Loths** auf diese Ebne.

In der Physik legt man die oben angegebnen Namen vorzüglich denjenigen Linien und ebnen Flächen bey, welche mit der Horizontalebne des Orts, oder, was eben soviel ist, mit der Oberfläche des stillstehenden Wassers daselbst, rechte Winkel machen. Die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere, oder des mit Gewicht beschwerten

Fadens, des **Bleyloths, Senkbleys** (*à plomb*), überall auf der Erdfläche, eine solche Linie sey. Da diese Linie aufwärts verlängert den Scheitelpunkt am Himmel trift, s. **Zenith**, so kommen daher die Namen der **Vertikal- oder Scheitellinie**, und der **Vertikal- oder Scheitelflächen.**

Unterwärts verlängert würden alle Scheitellinien den Mittelpunkt der Erde treffen, wenn diese eine vollkommene Kugel wäre. Da sie nicht weit von der Kugelgestalt abweicht, so läßt sich in den meisten Fällen annehmen, daß sich dies so verhalte, s. **Erdkugel.**

Man bestimmt die lothrechten Linien in der Ausübung durch das **Bleyloth**, welches jedoch in besondern Fällen, z. B. durch die Nähe großer Berge von beträchtlichen Massen, ein wenig aus der lothrechten Richtung gezogen werden kann, s. **Gravitation.** Man kan dazu überhaupt alle Werkzeuge gebrauchen, welche Horizontallinien angeben, s. **Wasserwägen.**

Loxodromie, loxodromische Linie, Loxodromia, Linea loxodromica, *Loxodromie, Ligne loxodromique.* So heißt in der Hydrographie oder Schiffahrt eine krumme Linie, welche alle Meridiane der Erdkugel unter einerley Winkel schneidet. Eine solche Linie nemlich beschreibt ein Schif, das immerfort nach einerley Weltgegend segelt. Geht z. B. der Lauf des Schifs stets nach Nordost, so macht er mit allen Meridianen, die er durchschneidet, einen Winkel von 45°. Nur in den wenigen Fällen, da das Schif unter einerley Meridian selbst oder im Aequator, oder unter einerley Parallelkreise fortgehet, wird dieser Weg ein Kreis: in allen andern Fällen, wobey er mit dem Meridian schiefe Winkel macht, bildet er eine Curve von eigner Natur, die daher den Namen der **loxodromischen Linie** (Linie des schiefen Laufs) erhalten hat.

Diese Linie gehört nicht zu den Curven, welche den Alten bekannt waren. Sie ist eine logarithmische Spirale, welche sich im Fortgange mit unzählbaren Windungen um den Pol schlingt, ohne ihn jemals zu erreichen. Je größer der Winkel ist, den die Richtung des Schifs mit den Me-

ridianen macht, desto größer wird auch der Umfang der Linie, und desto langsamer die Annäherung an den Pol. **Jacob Bernoulli** (Opp. No. 42; No. 90. §. 50; No. 91.) hat die Rechnung des Unendlichen auf die Bestimmung der Loxodromien angewendet, und dabey die Erdkugel als vollkommen sphärisch betrachtet. Die Beschaffenheit der Loxodromie auf den Sphäroid haben unter andern **Maclaurin** (Treatise of Fluxions §. 896.) und **Walz** (Act. Erud. Lipſ. Maj. 1741.) untersucht.

Weil doch bey der Schiffahrt Richtung nach einerley Weltgegend, oder Rhumb, als Regel betrachtet, und auch in der Ausübung so lang als möglich beybehalten wird, so ist der regelmäßige Weg der Schiffe in den meisten Fällen loxodromisch. Auf solchen Karten also, die nach den gewöhnlichen Projectionen der Landkarten entworfen wären (s. **Landkarten**), würden diese Wege des Schifs krummlinigt ausfallen. Der Seefahrer hingegen wünscht Karten, auf welchen ihm die **gerade Linie** von einem Orte zum andern zeigt, welche Richtung er nehmen müße, um an den Ort seiner Bestimmung zu gelangen, d. h. er wünscht Karten, auf welchen die Loxodromien geradlinigt ausfallen.

Man sieht leicht, daß diese Absicht erreicht wird, wenn man die Meridiane als parallele gerade Linien darstellt. Alsdann wird die Loxodromie, die sie alle unter gleichen Winkeln schneidet, auch eine gerade Linie. Hiebey aber bleiben freylich alle Parallelkreise, und ihre Grade, gleich groß, an statt daß sie gegen den Pol zu in dem Verhältniße abnehmen sollten, in welchem der Cosinus der geographischen Breite abnimmt, s. **Parallelkreise**. Um also doch das richtige Verhältniß zwischen ihnen und den Graden der Meridiane beyzubehalten, läßt man die letztern gegen die Pole zu im umgekehrten Verhältniße, d. i. wie die Secante der Breite, wachsen. Anstatt z. B. daß in der Breite von 60° der Grad des Parallelkreises nur halb so groß seyn sollte, als der unveränderliche Grad des Mittagskreises, wird hier der letztere noch einmal so groß abgebildet, als der unveränderliche erstere. Daher heissen diese Karten **Seekarten mit wachsenden Graden** oder **wach-**

senden Breiten, auch reducirte, ingleichen Mercators oder Wrights Karten. Gerhard Mercator zu Löwen verzeichnete dergleichen zuerst 1550, Eduard Wright aber (Certain errors in Navigation detected and corrected, 2d. edit. Lond. 1657.) gab ihre Theorie genauer an. Einen kleinen Atlas solcher Karten hat man von Brouckner (Nouvel Atlas de marine, composé d'une carte generale & de 12 cartes particulières, approuvé par l'Acad. des Sc. à Berlin, 1749.) Gegen die Pole hin werden freylich die Grade der Breite erstaunlich groß, und die Pole selbst findet man gar nicht, weil sie ins Unendliche hinaus fallen. Wie man diese Karten zu Erfindung des Weges auf der See gebrauche, zeigt unter andern Hr. Bode (Kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde u. s. w. Berlin, 1778. 8. Th. II. S. 543 u. f.)

Kästner Anfangsgr. der mathemat. Geographie, in den Anfangsgr. der angew. Math. 3te Aufl. Gött. 1781. 8. S. 384 u. f.

Luft, Aër, *Air*. In ganz eigentlichem Sinne führt diesen Namen diejenige unsichtbare, farbenlose, durchsichtige, compressible, schwere und elastische flüßige Materie, welche unsere Erdkugel von allen Seiten her umgiebt, s. Gas, atmosphärisches. Diese heißt auch die gemeine Luft, und war sonst das einzige permanent elastische Fluidum, das man aus Erfahrungen kannte. Jetzt aber sind weit mehrere Gattungen solcher Flüßigkeiten entdeckt, s. Gas, die man nunmehr alle unter dem Namen der Luft, oder der Luftgattungen, in einem weitläuftigern Sinne des Worts, begreift. Von den chymischen Eigenschaften dieser Materien handlen die Artikel, welche bey dem Worte Gas zusammengestellt sind. Hier wird die Rede vornehmlich von den mechanischen Eigenschaften der gemeinen Luft seyn, welche von ihrer Flüßigkeit, Schwere und Elasticität abhängen. Diese Eigenschaften kommen aber auch den übrigen Gasarten zu, insofern diese ebenfalls flüßig, schwer und elastisch sind. Daher rede ich zwar in diesem Artikel blos von der gemeinen Luft, man wird aber das meiste, nur mit andern Bestimmungen, auch auf die übrigen Gasarten anwenden können. Was dieser mechanischen

Eigenschaften wegen im Luftkreise statt findet, wird man beym Worte: **Luftkreis** antreffen.

Flüßigkeit, Elasticität und Schwere der Luft.

Daß in den Räumen, die dem Auge leer scheinen, noch etwas vorhanden sey, das gefühlt werden kan, davon überzeugt uns unsere Empfindung, wenn wir dieses unsichtbare Etwas gegen uns treiben. Wir fühlen alsdann die Bewegung desselben, oder den **Wind**. Taucht man ein leeres Glas EFG, Taf. XIV. Fig. 1. mit unterwärts gekehrter Oefnung, im Gefäße ABCD so unter Wasser, daß der Rand des Glases FG beym Aufsetzen die Wasserfläche AB ringsherum zugleich berührt, so füllt das Wasser die Hölung des Glases nicht ganz aus, ob es gleich nach den Gesetzen der Hydrostatik, wenn das Glas wirklich leer wäre, bis E eindringen müste. Es muß daher im Glase etwas seyn, das das Eindringen des Wassers bis E hindert, etwas Ausgedehntes und Undurchdringliches, dem also die Eigenschaften eines Körpers zukommen. Aehnliche Erfahrungen überzeugen uns von der Gegenwart dieses unsichtbaren Körpers in allen leer scheinenden Räumen von der Erdfläche an bis auf die höchsten Berge. Wir schließen also, die ganze Erde sey mit einer unsichtbaren Materie umgeben, die wir **Luft** nennen.

Die **Flüßigkeit** dieser Materie erhellet aus der Leichtigkeit, mit der sich ihre Theile trennen lassen, und aus der respectiven Beweglichkeit der Theile, die ihr ohne Widerrede zukömmt. Auch die heftigste Kälte benimmt ihr diese Kennzeichen der Flüßigkeit nicht, und überhaupt ist kein Mittel bekannt, die Luft in einen festen Körper zu verwandlen, wenn sie nicht gänzlich zersetzt wird, und ihre Bestandtheile in ganz neue Verbindungen treten.

Die **Elasticität** der Luft kan ebenfalls durch leichte Versuche erwiesen werden. Eine mit Luft gefüllte Blase läßt sich zusammen drücken, dehnt sich aber, sobald der Druck aufhört, wieder aus. Einen genau schließenden Stempel in einem metallnen cylindrischen Rohre kan man um eine

beträchtliche Weite tiefer hineintreiben; sobald aber der Druck nachläßt, treibt ihn die zusammengepreßte Luft mit Gewalt wieder zurück. Wenn man das Glas EFG, Taf. XIV. Fig. 1. auf die oben beschriebene Art ganz unter Wasser taucht, so ist einige Kraft nöthig, es in dieser Stellung zu erhalten. Hat man vorher das Glas inwendig mit Puder oder geschabter Kreide bestreut, so sieht man beym Herausnehmen, daß das Wasser wirklich etwa bis HI eingedrungen ist. Es ist also die Luft, welche vorher das ganze Glas EFG ausfüllte, in den kleinern Raum EHI zusammengepreßt gewesen. Läßt man, indem das Glas noch im Wasser steht, mit Drücken nach, daß es auf die Oberfläche kömmt, und der Rand FG die Wasserfläche AB wieder berührt, so dehnt sich die Luft wieder in den ganzen vorigen Raum EFG aus. Aehnliche Bestätigungen der Elasticität der Luft geben die Taucherglocke, der Heronsball, Heronsbrunnen und die cartesianischen Teufel.

Die Luft ist aber in dem Zustande, in welchem wir sie hier bey der Erdfläche antreffen, schon **wirklich zusammengedrückt**, oder in einen engern Raum gebracht, als sie einnehmen würde, wenn sie von allem Drucke frey wäre. Dies zeigt sich daraus, weil sie sich überall, wo es die Umstände verstatten, sofort und von selbst durch weitere Räume verbreitet. Wenn man einen genau schließenden Stempel in einem metallnen cylindrischen Rohre weiter auszieht, so dehnt sich die Luft, die im Rohre zwischen Stempel und Boden eingeschloßen war, sogleich durch den größern Raum, der ihr dadurch verstattet wird, gleichförmig aus. Hierauf beruht die Einrichtung der Luftpumpen, s. **Luftpumpe**. Vermöge dieser Eigenschaft füllt auch die Luft alle Räume aus, die sonst leer bleiben würden, oder treibt durch ihre Ausbreitung andere Körper in dieselben, und veranlaßt dadurch eine große Menge von Erscheinungen, welche ehedem sehr übel durch einen vermeinten Abscheu der Natur gegen den leeren Raum (fuga s. horror vacui) oder durch ein Zusammenziehen (funiculus) der Materie zu Vermeidung der Leere, erklärt wurden. Es wird hier genug seyn, ein einziges Beyspiel anzuführen.

Man fülle eine nicht allzuweite Röhre AB, Taf. XIV. Fig. 2. mit Wasser, und verschließe ihre obere Oefnung A mit dem Finger, so fließt das Wasser nicht heraus, wenn gleich die Röhre bey B offen ist. Oefnet man aber auch bey A, so fließt augenblicklich alles Wasser aus. Es ist die Frage, was das Wasser trage oder zurückhalte, so lang A verschloßen ist? Im Finger kan die Ursache nicht liegen, auch nicht in dem Anhängen des Wassers an der Glasröhre, welches ja auch noch da ist, wenn man A geöfnet hat. Die Scholastiker sagten, die Natur lasse kein Wasser heraus, oder die Materie des Wassers ziehe sich zusammen (invisibili funiculo contrahitur) um den leeren Raum zu vermeiden, der bey A entstehen würde, wenn bey verschloßner Oefnung das Wasser ausliefe.

Es wird aber alles weit begreiflicher, wenn man annimmt, die Luft bey A und B sey durch irgend etwas zusammen gedrückt, und strebe sich auszubreiten. Ist dies, so wird sie nach der Richtung BA gegen das Wasser in B drücken, und dessen Gewicht tragen oder aufheben, wofern nur die Oefnung B eng genug ist, um keine Zertrennung des Wassers zu gestatten. Wird aber A geöfnet, so drückt nunmehr die Luft bey A nach der Richtung AB eben so stark entgegen, die Wirkungen der Luft bey A und B heben einander auf, und das Wasser fließt durch seine Schwere aus der Röhre.

Diese Vermuthung wird zur Gewißheit, wenn man statt des Wassers Quecksilber nimmt. Ist alsdann die Röhre AB über 28 Zoll lang, so wird wirklich ein Theil des Quecksilbers auslaufen, bis die noch über B stehende Säule eine Höhe von 28 Zollen hat. Diese Säule bleibt alsdann stehen, so lang A verschloßen ist, läuft aber auch aus, wenn man A öfnet. Dies zeigt deutlich, daß bey B ein Gegendruck von bestimmter Größe geschehe, der gerade dem Drucke einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule gleich ist. Diesen Gegendruck muß man doch der Luft bey B zuschreiben, weil kein anderer Körper da ist, dem man ihn beylegen könnte.

Ist die untere Oefnung weit, wie BC, Fig. 3., so steht

die Wasserfläche BC nicht ruhig, daher die anliegende Luft in die höhern Stellen eindringen und das Wasser zertrennen kan. Sie steigt alsdann in Blasen nach A auf; das ist eben soviel, als ob A nicht mehr verschloßen wäre, und so läuft in diesem Falle das Wasser gar bald aus dem Gefäße. Legt man aber vor die Oefnung BC ein Blatt Papier, durch dessen Anhängen das Schwanken und die Trennung der Wasserfläche vermieden wird, so kan man Wasser in einem umgekehrten ofnen Trinkglase tragen. Ein Gießfaß, wie ABC gestaltet, wo der Boden BC mit lauter kleinen Löchern durchstochen ist, in denen sich Luft und Wasser nicht ausweichen können, (clepsydra, Aristot. Physic. IV. 6.) hält das Wasser, wenn man A mit dem Finger verschließt, und gießt, wenn man es öfnet. So läuft nichts aus dem Hahne eines Faßes, so lang das Spundloch verschloßen ist. Man s. auch die Art. **Stechheber, Zauberbrunnen, Zaubertrichter.** Dies alles beweißt, daß sich die Luft an der Erdfläche auszubreiten strebe, und also schon im Zustande einer Zusammendrückung sey.

Die Ursache nun, welche die Luft um uns her zusammendrückt, kan keine andre seyn, als das **Gewicht** der über ihr liegenden Luft. Es ist nichts weiter vorhanden, was die untere Luft drücken könnte, als diese obere. So erkennen wir, daß die Luft, wie alle bekannte Materien, ein Gewicht habe, oder **schwer** sey. Dies ist auch schon daraus klar, weil die Luft durch ihre Elasticität sich in die freyen Räume des Himmels verbreiten und den Erdball ganz verlassen würde, wenn sie nicht durch die Schwere an demselben zurückgehalten würde.

Diese Eigenschaften der Luft sind erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts vollständig bekannt geworden, s. **Barometer.** **Galilei** und **Torricelli** gaben hiezu die ersten Veranlassungen, **Descartes** und **Pascal** stürzten das aristotelische System und gaben die richtigen Erklärungen der Phänomene an; **Otto von Guericke** erfand die Luftpumpe, durch deren Hülfe diese Lehren noch mehr bestätigt, und von **Boyle** und **Mariotte** erweitert wurden, bis ihnen endlich **Wolf** die Form einer eignen Wissenschaft gab, wel-

che seitdem einen ansehnlichen Theil der angewandten Mathematik ausmacht, und zu den mechanischen Wissenschaften gerechnet wird, s. Aerometrie.

Wirkung des Drucks auf Dichte und Federkraft der Luft. Mariottisches Gesetz.

Die absolute Elasticität der Luft muß im Zustande der Ruhe dem Drucke, der sie zusammenpreßt, gleich seyn. Dies ist als Grundsatz einleuchtend. Beydes sind entgegengesetzte Kräfte, deren eine Zusammendrückung, die andere Ausbreitung zu bewirken strebt. Sind sie nicht gleich, so wird noch kein Ruhestand erfolgen, die Luft wird sich mehr verdichten oder mehr ausbreiten, bis endlich beyde Kräfte gleich werden.

Wird nun durch stärkern Druck die Luft in einen engern Raum, als vorher, gebracht, so muß (wenigstens, so lang sie sich ruhig in diesem Raume behauptet) auch ihre Elasticität stärker, als vorher, seyn. Zugleich aber wird auch ihre Dichtigkeit größer. Nimmt hingegen der Druck ab, und verstattet der Luft, sich in einen größern Raum zu verbreiten, so wird sie, wenn die Ruhe hergestellt ist, weniger Elasticität, als vorher, haben, weil dieselbe mit einem schwächern Drucke im Gleichgewichte steht. Dabey wird aber auch ihre Dichte geringer. Hieraus läßt sich übersehen, daß Druck, absolute Federkraft und Dichte der Luft stets mit einander wachsen und abnehmen.

Daher muß jede Luftsäule, im Freyen sowohl als in verschloßnen Räumen, unten dichtere und elastischere Luft enthalten, als oben. Denn die untern Schichten tragen das Gewicht der obern mit; sie leiden also mehr Druck, als die obern. Bey kleinen Säulen, z. B. in Gefäßen, Zimmern u. dgl. kan dieser Unterschied als unbeträchtlich angesehen werden.

Wenn zween Räume in Verbindung kommen, von denen einer A elastischere, der andere B weniger elastische Luft enthält, so wird soviel aus A in B überströmen, bis die Luft in beyden einerley Elasticität hat. Denn es sind zwar

beyde Luftmassen elastisch, und wirken daher am Orte der Verbindung einander entgegen; aber die mehr elastische treibt die weniger widerstehende zurück, und dringt in den Raum B so lange, bis das Gleichgewicht hergestellt ist.

Otto von Guericke (Exp. de vacuo spatio Cap. 30. f. 113.) schloß Luft, wie sie sich an der Erde befand, in ein Gefäß mit einem Hahne ein, trug dasselbe auf eine Höhe, und öfnete den Hahn. Der Erfolg war, daß ein Theil Luft aus dem Gefäße durch den Hahn mit Gezisch heraus fuhr. Die verschloßne Luft, an der Erde aufgefangen, war dichter und elastischer, als die äussere auf der Höhe. Das Gefäß war der Raum A, die Gegend auf der Höhe der Raum B.

Alle unsere Zimmer und Wohnplätze stehen durch Oefnungen der Fenster, Thüren u. dgl. mit der äussern Luft unter freyem Himmel in steter Verbindung. Also bleibt die Luft in den Zimmern immer eben so dicht und elastisch, als die äussere. Die Luftsäule vom Tische bis an die Decke thut eben die Wirkung, als ob der Tisch unter freyem Himmel stünde, und eine Luftsäule, so hoch als die Atmosphäre trüge. Diese Säule stemmt sich nemlich vermöge ihrer Federkraft, die der Federkraft der äussern Luft gleich ist, gegen die Decke und den Tisch, wie eine zwischen beyde geklemmte Stahlfeder. Daher erfolgt alles, was vom Drucke der Luft abhängt, im Zimmer eben so, wie im Freyen.

Luft, die man in Gefäße einschließt, behält, so lange sich nichts weiter ändert, eben die Dichte und Federkraft, die sie im Augenblicke der Einsperrung mit der äussern Luft gemein hatte. Mit dieser Federkraft drückt sie gegen die Wände des Gefäßes, deren Festigkeit jezt eben das thut, was unter freyem Himmel das Gewicht der obern Luft that, nämlich sie hindert, sich weiter auszubreiten. Wenn man also Luft eingeschloßen hat, ohne weiter einen Druck auf sie auszuüben, so muß man darum nicht glauben, daß sie so von allem Drucke frey sey. Sie leidet von den Wänden des Gefäßes noch immer einen Druck, der dem Gewichte der Atmosphäre gleich ist.

Die Kenntniß des Gesetzes, nach welchem sich die Verbindung zwischen dem Drucke und der Dichte der Luft richtet, haben wir den Versuchen des Boyle und Mariotte zu danken.

Boyle (Defensio doctrinæ de elatere & gravitate aëris P. II. c. 5.) vertheidigte die Lehre von der Federkraft der Luft gegen Franz Linus, Professor in Lüttich, welcher die Phänomene des Saugens und der Spritzen lieber aus einem Funiculus erklären wollte, und es für unmöglich hielt, daß die Federkraft der Luft jemals dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Zollen das Gleichgewicht halten könnte. Boyle nahm, um ihn zu überführen, eine gekrümmte Glasröhre, wie ABEC, Taf. XIV. Fig. 4., mit parallelen, aber ungleichen Schenkeln, wovon der kürzere EC zwölf Zoll lang und oben bey C zugeschmolzen, der andere BA einige Fuß lang und bey A offen war. In diese Röhre goß er durch A soviel Quecksilber, als gerade hinreichte, die Krümmung BE zu erfüllen, und die Luft im Schenkel CE von der äussern abzuschneiden. Hierauf goß er so lange Quecksilber über B, bis die Luft in EC nur 6 Zoll oder den Raum CF einnahm; dabey fand er das Quecksilber bey F im längern Schenkel um 29 engl. Zoll höher, als im kürzern bey F. Dieser Versuch sollte nach seiner Absicht nur beweisen, daß die Federkraft der in CF eingeschloßnen Luft wirklich im Stande sey, den Druck der 29 Zoll hohen Quecksilbersäule fg zu tragen. Richard Townley aber, einer von Boyle's Schülern, bemerkte, daß sich hiebey diese **Federkraft umgekehrt, wie der Raum der Luft, verhalte.** Denn da die Luft beym Einschließen den Raum CE = 12 Zoll eingenommen, und eine gleiche Elasticität mit der äussern Luft gehabt hatte, oder eine 29 Zoll hohe Säule Quecksilber hätte tragen können; so war jetzt der Raum CF, den sie einnahm, nur 6 Zoll; dagegen hielt ihre Federkraft nicht nur, wie vorher, den Druck der äussern Luft bey F, sondern auch noch überdies den Druck von 29 Zoll Quecksilber in fg aus, und war also doppelt so groß, als vorher.

Boyle vermehrte die Menge des Quecksilbers, fand aber allezeit, daß sich die Höhe der Säule fg mit der Höhe

des Quecksilbers im Barometer (29 Zoll) zusammengenommen, zu der Barometerhöhe (29 Zoll) allein, wie CE zu CF verhielt. Er schloß also, daß sich die Luft nach dem **Verhältniße der zusammendrückenden Kraft verdichte**, und vermuthete daher auch, daß sie sich im umgekehrten Verhältniße ausbreiten werde, wenn man die drückende Kraft verminderе.

Diese Vermuthung zu prüfen, füllte er ein 6 Fuß tiefes cylindrisches Gefäß ABCD, Taf. XIV. Fig. 5. mit Quecksilber, und senkte in dasselbe eine an beyden Enden ofne Glasröhre EF so weit ein, daß der oben hervorragende Theil EG noch 1 Zoll betrug. Diese Röhre füllte sich bis G mit Quecksilber, und in EG blieb Luft von der Dichte und Federkraft der äussern, welche damals nach der Anzeige des Barometers $29\frac{3}{4}$ Zoll Quecksilber trug. Er verschloß nun die Oefnung E genau mit Siegellak, und zog die Röhre senkrecht aus dem Quecksilber herauf in die Stellung ef. Hiebey dehnte sich die Luft im obern Theile durch eh aus, zugleich aber erhob sich unter derselben die Quecksilbersäule gh. Dies beweist, daß die Federkraft der Luft in eh durch ihre Ausbreitung schwächer geworden sey, und auf h weniger drücke, als die äussere Luft auf AD, so daß zu Herstellung des Gleichgewichts noch der Druck der Quecksilbersäule gh erforderlich war. Als der Raum eh = 2 Zoll war, fand sich gh = $15\frac{3}{8}$ Zoll, ein Zeichen, daß die Luft in eh, welche jezt in den **doppelten** Raum ausgebreitet war, von ihrer vorigen Federkraft ($29\frac{3}{4}$) so viel verlohren, und also nur noch $29\frac{3}{4} - 15\frac{3}{8} = 14\frac{3}{8}$ übrig hatte, welches beynahe die Helfte der vorigen Größe ist. Als eh = 10 Zoll war, fand sich gh = $26\frac{3}{4}$ Zoll, d. i. die zehnfach verdünnte Luft hatte von $29\frac{3}{4}$ Federkraft nur noch 3 oder den zehnten Theil übrig; und eben so verhielt es sich ziemlich genau bis zu einer 32fachen Verdünnung.

Mariotte (Essay sur la nature de l'air. Paris, 1676. 8. ingl. Du mouvement des eaux, Part. II. Disc. 2.) führt eben solche Versuche über die Verdichtung der Luft an, ohne der boylischen zu gedenken, die er ohne Zweifel nicht kannte. Wenn das Barometer auf 28 Zoll stand, so fand er in der

Röhre ABEC Taf. XIV. Fig. 4., in welcher CE = 12 Zoll war

Bf = 18; 34; 93 Zoll,
für EF = 4; 6; 9 Zoll.

Hieraus finden sich die Höhen der Säule fg = Bf — EF 14; 28; 84 Zoll, und also die Größen der Federkraft der Luft in CF, welche ausser der Säule fg noch den Druck der Atmosphäre auf f, oder 28 Zoll Quecksilber trägt,

14 + 28; 28 + 28; 84 + 28
oder 42; 56; 112 Zoll.

Die Räume aber, welche die Luft einnimmt, oder CE — EF, sind

12 — 4; 12 — 6; 12 — 9
d. i. 8; 6; 3 Zoll,

folglich wird die Federkraft der Luft $1\frac{1}{2}$, 2, 4mal größer, wenn sie in einen $1\frac{1}{2}$, 2, 4mal engern Raum zusammengepreßt wird, als sie in der Atmosphäre einnimmt.

Die Verminderung der Federkraft bey vergrößertem Raume prüfte Mariotte durch eine Glasröhre von 40 Zoll Länge, die an einem Ende verschloßen war. Er goß in dieselbe $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch Quecksilber, daß also noch $12\frac{1}{2}$ Zoll hoch Luft, eben so dicht als die äussere, darinn blieb. Er senkte das ofne Ende dieser Röhre, das er inzwischen mit dem Finger verschloß, 1 Zoll tief in ein Gefäß mit Quecksilber, so daß noch 39 Zoll von der Röhre darüber stehen blieben. Die Luft stieg sogleich in die Höhe; nachdem die untere Oefnung wieder frey gelassen war, fiel das Quecksilber herab, und die Luft im obern Theile breitete sich durch den weitern Raum aus, der ihr dadurch verstattet ward. Als alles stehen blieb, nahm das Quecksilber unten 14 Zoll, die Luft oben 25 Zoll von der Länge der Röhre ein. Jene Höhe ist die Helfte von der Höhe im Barometer (oder von 28 Zoll); dieser Raum ist doppelt so groß, als $12\frac{1}{2}$ Zoll, oder als der, den die Luft bey gleicher Dichte mit der äussern eingenommen hatte. Also wird die Federkraft der Luft auf die Helfte herabgesetzt, wenn sie sich durch den doppelten Raum ausbreitet. Diese Versuche hat auch Amontons (Mém. de Paris, 1705) wiederholt; und einige englische Gelehrte

(Phil. Trans. no. 73. übers. in Auserlesenen Abhandl. zur Naturgesch. und Phys. Leipzig, 1779. gr. 4. B. 1. S. 171.) fanden eben den Erfolg, indem sie gläserne Gefäße unter Wasser versenkten.

Daher haben es die Naturforscher als einen allgemeinen Satz angenommen, daß sich unter übrigens gleichen Umständen **die Federkraft der Luft umgekehrt, wie der Raum verhalte**, den eine gleiche Menge Luft einnimmt. Weil sich bey gleicher Menge die Dichte auch umgekehrt, wie der Raum verhält, s. Dichte, so heißt dies eben so viel, als: **Die Federkraft verhält sich, wie die Dichte;** oder weil die Federkraft im Ruhestande der zusammendrückenden Kraft gleich ist: **Die Dichte verhält sich wie die zusammendrückende Kraft.** Alle diese Ausdrücke sind ein und ebenderselbe Satz, und unter dem Namen des **mariottischen Gesetzes** bekannt.

Zwar führt **Maraldi** (Mém. de Paris, 1709.) einige Beobachtungen des P. Beze zu Malacca an, aus welchen zu folgen scheint, daß sich die Luft um den Aequator weniger, als nach dem umgekehrten Verhältniße der drückenden Kraft, ausbreite. Allein **Bouguer** (Sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère in den Mém. de Paris, 1753.) hat in Amerika durch viele mit seiner Reisegesellschaft wiederholte Versuche, selbst auf den höchsten Bergen, und bey sehr starken Verdünnungen der Luft, das mariottische Gesetz allemal richtig gefunden. Man sieht es daher als entschieden an, daß die Luft an der Erdfläche sich durch den doppelten Raum verbreitet, wenn sie nur die Helfte des Gewichts der Atmosphäre trägt, u. s. w.

Bey starken Zusammenpressungen aber kan dieses Gesetz nicht in aller Strenge richtig seyn. Denn die Luft kan doch nur bis auf eine gewisse Grenze, nemlich bis zur vollkommnen Berührung ihrer Theile, zusammengedrückt werden, so groß auch die drückende Kraft werden mag. Dies erinnern **Jacob Bernoulli** (De gravitate aetheris, Amst. 1683. 8. p. 96. sq.) und **Musschenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 2107). Auch zeigen sich schon Ausnahmen von der Regel, wenn die Luft nur sieben bis achtmal mehr,

als in der **Atmosphäre**, zusammengedrückt ist (s. **Sulzer** in Mém. de l'Acad. de Prusse 1753. übers. im Hamburg. Magazin, XVII. B. 6 Stück). Was für Einfluß die Annäherung an diese gröste mögliche Dichtigkeit der Luft auf das Gesetz der Zusammenpressung haben müsse, darüber haben **d'Alembert** (Traité des fluides L. I. ch. 6.) und **Euler** (Tentamen explic. phaenom. äeris, §. 22. sq. in Comm. Petrop. To. II. ingl. in Robins erläuterter Artillerie, S. 85, 95.) allgemeine Betrachtungen angestellt.

Die künstlichen Zusammendrückungen der Luft, s. **Compreßionsmaschine**, lassen sich gewöhnlich nicht hoch treiben, weil dabey die Gefäße durch die verstärkte Federkraft der Luft leicht zersprengt werden. Von der hiebey nöthigen Festigkeit der Gefäße handelt **Karsten** (Lehrbegrif der gesamt. Math. VI Theil, Pnevmatik, 7 Abschn.). Er glaubt, in gläsernen Glocken dürfe man es nicht leicht wagen, die Luft stärker, als auf die 3 – 4fache Dichte der Atmosphäre zusammenzudrücken. In starken metallnen Behältnißen, wie bey Windbüchsen u. dgl., läßt sich die Zusammenpressung weit höher treiben. **Boyle** hat die Luft 13mal und **Hales** (s. Statique des Vegétaux, trad. de l'Anglois par M. *de Buffon*, Paris, 1735. 8. p. 389 sqq.) in einer Bombe durch Einpressung eines Zapfens 38mal verdichtet. **Hales** führt zwar noch einen Versuch an, wobey er Wasser in der Bombe gefrieren ließ, und eine 1838 fache Verdichtung der Luft erhalten zu haben glaubte; allein da hiebey die Bombe und der ganze Apparat zersprang, so gründet sich diese Angabe auf bloße Berechnung, wobey vorausgesetzt wird, die Luft habe den ganzen zu Zersprengung der Bombe nöthigen Druck getragen, und sey dadurch völlig dem mariottischen Satze gemäß verdichtet worden. Dies ist aber eben das, was durch den Versuch erst erwiesen werden sollte; daher man sich auf dieses Experiment des Hales gar nicht berufen kan.

Winkler (Untersuchungen der Natur und Kunst, Leipzig, 1765. 8 II. Abhandl. S. 98.) hat das mariottische Gesetz noch beym achtfachen Druck richtig befunden. Alles dies zusammen zeigt, daß man dasselbe zwar nicht allgemein

und in aller Schärfe, aber doch, so weit unsere Beobachtungen und Versuche reichen, annehmen könne. Von der Anwendung desselben auf die Atmosphäre, s. Luftkreis.

Aus der durch stärkern Druck vergrößerten Federkraft der Luft erklären sich leicht ihre heftigen Wirkungen, wenn sie durch äussere Kräfte in sehr enge Räume zusammengepreßt wird, wie beym Gefrieren der Körper, in den Windkesseln der Feuerspritzen, in den Windbüchsen u. s. w. Von den letztern handeln **Musschenbroek** (Introd. in philos. nat. To. II. §. 2111. sqq.) und **Nollet** (Leçons de phys. exp. To. III. Leç. X. Sect. I. ch. 7.). Umständlicher erklärt ihre Theorie **Karsten** (Lehrb. der ges. Math. 6 Theil, Pneumatik, 8 Abschn.). Er nimmt nach **Regnault** (Entretiens physiques To. I. p. 29.) an, man könne die Luft darinn 100mal dichter machen, als die äussere, und berechnet, daß eine Bleykugel von $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser in einem Laufe von 4 Fuß Länge dadurch mit einer Geschwindigkeit abgeschoßen werde, welche in der ersten Secunde 628 Fuß beträgt, und womit die Kugel vertical aufwärts geschossen, 6518 Fuß hoch steigen müßte.

Die Luft verliert durch anhaltendes Zusammendrücken nichts von ihrer Elasticität. **Roberval** ließ eine geladne Windbüchse 16 Jahre lang stehen, und fand am Ende die Ladung noch eben so elastisch, als vorher. **Hawksbee** bezweifelte diesen Satz, weil er von einem Heronsballe bemerkte, daß die zusammengedrückte Luft, wenn das Wasser zu springen aufgehört hatte, und er den Ball eine Zeitlang verstopft hielt, beym Wiedereröfnen noch etwas Wasser heraustrieb; woraus er schloß, die Federkraft nehme durch langen Druck ab, und erlange, wenn der Druck aufhöre, erst nach und nach ihre vorige Stärke wieder. Aber **Musschenbroek** (Introd. in phil. nat. To. II. §. 2161.) hat einen entscheidenden Versuch hierüber angestellt. Er preßte Luft in einer Glasröhre mit zween Schenkeln durch Quecksilber zusammen, wie Taf. XIV. Fig. 4., schmolz alsdann das Ende A zu, fand aber fünf Jahre hindurch den Raum CF, den die zusammengedrückte Luft einnahm, bey gleicher

Wärme immer gleich groß, ein Zeichen, daß diese Luft nicht das mindeste von ihrer Federkraft verlohr.

Wirkung der Wärme, Feuchtigkeit und Mischung auf Dichte und Federkraft der Luft.

Wärme, Dünste und chymische Mischung können die Dichte der Luft auch bey gleichem Drucke, oder den Druck bey gleicher Dichte, ändern. Die Wärme dehnt die Luft bey gleicher Masse und gleichem Drucke aus, und vermindert also die Dichte. Die Dünste vermehren bey gleichem Drucke die Masse, und also auch die Dichte. Mehrere Phlogistication macht die Luft specifisch leichter, also ihre Dichte bey gleichem Drucke geringer. Daher gilt das mariottische Gesetz, daß sich die Dichte, wie der Druck verhalte, nur bey gleich warmer, gleich feuchter und gleich gemischter Luft.

Von der Wärme sagt schon Lambert sehr scharfsinnig, die Federkraft der Luft werde durch sie verstärkt, durch den Druck aber vergrößert. Nemlich die Wärme macht jedes einzelne Lufttheilchen elastischer; der Druck bringt nur mehr Lufttheilchen in den vorigen Raum zusammen. Jetzt unterscheidet man gewöhnlicher die specifische Federkraft E, welche jedem einzelnen Theile der Luft eigen ist, von der absoluten A, welche zugleich von der Menge der Theile im Raume, oder von der Dichte abhängt. Diese letztere ist jederzeit dem Drucke gleich. Wärme, Feuchtigkeit und Mischung wirken auf die specifische Federkraft E. Die absolute Elasticität A verhält sich, wie das Product der Dichte D in die specifische Federkraft, oder, wie $D \times E$; die Dichte D, wie $\frac{A}{E}$; und E, wie $\frac{A}{D}$. s. Elasticität, specifische.

In Räumen, die mit der Atmosphäre in Gemeinschaft stehen, also auch in Zimmern, ist A dem Drucke der Atmosphäre gleich, und wird durch den Stand des Barometers angegeben. So lang also dieser Stand oder A sich nicht ändert, bleibt auch das ihm gleiche Product $D \times E$

ungeändert, und die Dichte nimmt in eben dem Verhältniße ab, in welchem E zunimmt. In verschloßnen Gefäßen hingegen, wo sich die Dichte nicht ändern kan, verhält sich A, wie E; die absolute Federkraft wächst zugleich mit der specifischen, und kan durch die Wärme so verstärkt werden, daß sie die Gefäße zersprengt.

Das Barometer zeigt den Druck oder die absolute Federkraft der Luft an. Die Dichte beobachtet man durch andere Werkzeuge, s. **Manometer**, durch deren Vergleichung mit dem Barometer die jedesmalige specifische Federkraft gefunden werden kan.

Wie stark und nach welchen Gesetzen die **Wärme** auf die Ausdehnung der Luft wirke, hat man noch nicht sicher genug bestimmen können, weil bey den Versuchen hierüber auch Feuchtigkeit und verschiedne Mischung der Luft mitwirken, und es schwer machen, das, was jeder Ursache allein zugehört, gehörig abzusondern. **Amontons** (Discours sur quelques proprietés de l'air in den Mém. de Paris 1703.) stellte hierüber die ersten Versuche mit dem Luftthermometer an, s. **Thermometer**. So unvollkommen dieses Werkzeug war, so fand er doch, daß der Druck, den die Luft zu tragen vermochte, von der Temperatur der Keller der Pariser Sternwarte bis zum Siedpunkte des Wassers um ein Drittel zunahm; so daß das Zunehmen vom Eispunkte bis zum Siedpunkte etwa zwey Fünftel beträgt.

Lambert (Pyrometrie, Berlin, 1779. 4.) fand das Volumen der Luft bey der Kälte des Eispunkts, durch eine Vermehrung der Wärme bis zum Siedpunkte, um 375 Tausendtheile vergrößert, wofür er jedoch bey der Anwendung nur 370 nimmt. So darf man auf jeden fahrenheitischen Grad (wofern auf jeden gleich viel kömmt) 2,05 Tausendtheile rechnen.

De Lüc (Recherches sur les modif. de l'atmosph. To. II.) schließt aus seinen Beobachtungen, die Höhe einer Luftsäule ändere sich, wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür ist, für jeden Grad Aenderung der Wärme, um

$\frac{1}{213}$, s. Höhenmessung, barometrische. Wäre sie nun bey der angegebenen Temperatur = 215, so würde sie beym Eispunkte = $198\frac{1}{2}$, beym Siedpunkte = $278\frac{1}{2}$ seyn, und sich von jenem bis zu diesem um $\frac{80}{198\frac{1}{2}}$ d. i. um 403 Tausendtheile ändern. So kommen auf jeden fahrenheitischen Grad 2,23 Tausendtheile.

Der Ritter Shukburgh (Phil. Trans. 1777. P. I. n. 29.) giebt aus eignen Versuchen an, das Volumen der Luft beim Eispunkte wachse, wenn die Wärme um 1 fahrenh. Grad zunimmt, um 2,43 Tausendtheile.

Roy (Philos. Tr. 1777. n. 34.) bestimmt aus sehr sorgfältigen Versuchen mit dem Luftthermometer die Ausdehnung bey den gewöhnlichen Temperaturen (66 — 70° fahr.) für jeden Grad Aenderung der Wärme, auf 2,45 Tausendtheile des Volumens. Dies macht 2,69 Tausendtheile desjenigen Volumens aus, welches die Luft bey der Temperatur des Eispunkts hat.

Herr Kramp (Gesch. der Aerostatik, Th. I. S. 112.) nimmt aus Mayers Bestimmungen der astronomischen Stralenbrechung an, wenn das reaumürische Thermometer auf 10 Grad stehe, ändere sich die specifische Federkraft der Luft, bey 1 Grad Aenderung der Wärme, um $\frac{1}{210}$. Nun setze man sie bey 10 Grad Wärme = 220, so wird sie beym Eispunkte = 210 beym Siedpunkte = 290 seyn, und sich von jenem bis zu diesem um $\frac{80}{210}$ d. i. um 381 Tausendtheile ändern, wovon auf 1 fahrenh. Grad 2,117 kommen.

Herr de Saussure (Essais sur l'hygrometrie p. 156.) giebt an, daß ein Grad Thermometerveränderung sein Manometer um $\frac{2}{7}\frac{2}{8}$ Lin. ändere, und berechnet daraus für den Barometerstand 27 Zoll die Ausbreitung der Luft auf 4,24383 Tausendtheilchen auf den reaumürischen, oder 1,88615 für den fahrenheitischen Grad.

Diese verschiedenen Resultate bequem zu übersehen, dient folgende Tabelle.

Volumen der Luft

	beym Eis-punkte		beym Sied-punkte		Ausdehnung für jeden fahr. Gr.
nach Amontons	1000	- -	1400	- -	2,22
— Lambert	1000	- -	1375	- -	2,05
— de Lüc	1000	- -	1403	- -	2,23
— Shuckburgh	1000	- -	1437,4	- -	2,43
— Roy	1000	- -	1484,21	- -	2,69
— Kramp	1000	- -	1381	- -	2,117
— de Saussüre	1000	- -	1339	- -	1,886

Aus Roy's Versuchen ist noch zu bemerken, daß die Ausbreitung weder für jede Dichte der Luft, noch für jeden Grad der Wärme, gleich groß ist. War z. B. die Dichte der Luft $2\frac{1}{2}$ mal so groß, als bey der Barometerhöhe 30 engl. Zoll, so betrug die Ausdehnung vom Eis- zum Siedpunkte nur 434 Tausendtheile. War die Dichte $\frac{1}{4}$ von der Dichte der Atmosphäre, so machte sie 484, und war die Dichte $\frac{1}{6}$, nur 141,5 Theile aus. Vom 52sten bis zum 72sten Grade der fahrenheitischen Scale war die Ausdehnung am stärksten: das Maximum schien bey 57 Grad zu seyn. Beym Eispunkte und zwischen 112 und 132 Grad waren die Ausdehnungen der Luft und des Quecksilbers übereinstimmend; bey Fahrenheits Null und beym Siedpunkte dehnte sich die Luft weniger, als das Quecksilber, aus. Feuchte Luft, und besonders heiße Dämpfe, waren einer weit beträchtlichern Ausdehnung unterworfen.

Unter den Resultaten der Tabelle hält doch de Lücs Angabe ziemlich das Mittel. Nach ihr verhält sich die specifische Federkraft der Luft, wenn das reaumürische Thermometer r Grade zeigt, allezeit, wie $198\frac{1}{2} + r$. Diese Veränderung beträgt vom Eispunkte bis zum Siedpunkte ohngefähr zwey Fünftel, von der größten gewöhnlichen Kälte in unsern Gegenden (−8°) bis zur Sommerwärme (30°) ein Fünftel des Ganzen, s. Höhenmessung, barometrische. Beym Worte: Aerostat habe ich angenommen, die Hitze beym Füllen der Montgolfieren dehne die Luft um ein Drittel aus.

Was höhere Grade der Hitze wirken, läſt ſich auf folgende Art unterſuchen. Man erhitzt ein Gefäß mit enger Oefnung bis auf einen gewiſſen Grad, ſo dehnt ſich die Luft darinn ſtark aus, und geht groſzentheils durch die Oefnung aus dem Gefäße. Man hält alsdann die Oefnung unter Waſſer, ſo zieht ſich beym Abkühlen die Luft wieder zuſammen, und der Druck der äuſſern Luft treibt Waſſer ins Gefäß, aus deſſen Menge man alsdann auf die Größe der Ausdehnung ſchlieſzen kan. So hat Robins (Neue Grundſätze der Artillerie, durch Euler, Berlin 1745. 8. S. 963. f.) gefunden, daß die Hitze eines weißglühenden Eiſens die Luft in einen 4mal größern Raum ausdehne, als den ſie kalt einnimmt.

Wie ſtark Dünſte oder Feuchtigkeit auf die ſpecifiſche Federkraft der Luft wirken, iſt noch weniger genau beſtimmt. Lambert (Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränd. in den Abhandl. der churbayr. Akad. der Wiſſ. III. B. 2 Th.) hat hieher gehörige Unterſuchungen angeſtellt, und dabey das Barometer mit dem Luftthermometer des Bernoulli zu verbinden vorgeſchlagen. Er nimmt an, daß die Dünſte die Federkraft der Luft aus zwoen Urſachen verſtärken, weil ſie die Lufttheilchen zuſammenpreſſen, und weil ſie das Gewicht der obern Luft vergrößern. Auf dieſe Grundſätze baut er eine Methode, die Menge der Dünſte zu erfahren, und alſo die gedachten Werkzeuge als Hygrometer zu gebrauchen. Aber dieſer ſinnreiche Gedanke, wovon man auch Karſten (Lehrbegrif der geſ. Math. III. Th. Aeroſtatik, VIII. Abſchn. §. 110 u. f.) nachleſen kan, würde in der Ausführung groſzen Schwierigkeiten unterworfen ſeyn.

Man muß vielmehr die Menge der Dünſte oder den Grad der Feuchtigkeit vorher kennen, ehe man aus Beobachtungen beſtimmen kan, wie groß der Einfluß derſelben auf die Federkraft der Luft ſey. Daher gehört zu dieſen Beſtimmungen eine genauere Hygrometrie, als wir noch bis jezt haben, ſ. Hygrometer. Herr de Sauſſüre (Eſſais ſur l'hygrometrie §. 110.) fand, daß die abſolute Elaſticität der eingeſchloßnen Luft, bey einer Temperatur von 14—15 Grad nach Reaumür, durch den Uebergang von der größten

Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um $\frac{1}{54}$ ihrer Größe zunahm; indem sein Barometer in einer verschloßnen Glaskugel bey diesem Uebergange von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Lin. stieg, welche Veränderung den 54sten Theil von 27 Zollen ausmacht.

Weil sich aber durch die Sättigung mit Feuchtigkeit (wobey 751 Gran trokne Luft 10 Gran Wasser auflösen) auch zugleich die Dichte ändert, und zwar hier in gleichem Verhältniße mit der Masse, weil in verschloßnen Gefäßen das Volumen immer dasselbe bleibt, so ergeben sich hieraus folgende Verhältniße für eine gleich warme Luftmasse:

	trokne Luft	feuchte Luft
absolute Elast. A	751 - -	$751 + \frac{751}{54} = 751 + 14 = 765$
Dichte D	751 - -	$751 + 10 = 761$
specifische El. $E = \frac{A}{D}$	1 - -	$\frac{765}{761}$

daß also die specifische Federkraft der Luft beym Uebergange von der völligen Trockenheit zur völligen Näße um $\frac{4}{761}$ oder $\frac{1}{190}$ verstärkt wird. In freyer Luft wird sich also, bey ungeänderter Barometerhöhe und Wärme, des Volumen der Luft, wenn sie feucht wird, um eben soviel ausdehnen. Im Durchschnitt wäre dies $\frac{1}{19000}$ für jeden Grad des Saussürischen Hygrometers. Es kömmt aber nicht auf jeden Grad gleich viel. Auch ändern sich die Grössen dieser Ausdehnung für andere Barometerhöhen und Temperaturen. Herr de Saussüre hat zwar über dies alles die Resultate seiner Versuche in Tabellen gebracht; er erinnert aber selbst, daß man sie für nichts mehr, als die erste Anlage zu fernern Untersuchungen zu halten habe.

Endlich ändert sich auch die Federkraft der Luft durch die chymische Mischung derselben. Die Atmosphäre ist ein Gemisch mehrerer luftförmigen Stoffe, vornemlich dephlogistisirter, phlogistisirter und fixer Luft, s. Gas, atmosphärisches. Alle diese Stoffe haben verschiedene specifische Schweren, d. h. bey gleichem Drucke verschiedene Dichten, mithin auch sehr verschiedene specifische Elasticitäten; also muß ihre Verbindung in abwechselnden Verhältnißen

vielfältige Aenderungen in der Federkraft dtr Luft veranlassen. Hierauf hat Bouguer zuerst aufmerksam gemacht; die besten Bemerkungen darüber sind die von Herrn Kramp (Anhang zur Gesch. der Aerostatik, Straßburg, 1786. gr. 8.)

Boyle, Hales und Desaguliers glaubten, die Federkraft der Luft werde durch verschiedene Mittel, z. B. durch angezündeten Schwefel, Steinkohlen, Zunder, durch eine Lichtflamme u. s. w. geschwächt. Man weiß aber jezt, daß dieses bey allen Verbrennungen in eingeschloßner Luft vorkommende Phänomen, nicht Schwächung der Federkraft, sondern wahre Verminderung der Masse ist, wobey die specifische Schwere vermindert, mithin die specifische Federkraft sogar vergrössert wird, s. Gas, phlogistisirtes.

Dichte und Gewicht der Luft an der Erdfläche.

Das Manometer giebt nur Verhältniße verschiedener Dichtigkeiten der Luft an. Um diese mit der Dichte anderer Körper zu vergleichen, muß man wenigstens eine derselben, welche bey einer bestimmten Barometerhöhe, Wärme rc. statt findet, mit der Dichte des Wassers oder Quecksilbers zusammenhalten. Das natürlichste Mittel dazu schien dieses zu seyn, daß man ein bestimmtes Volumen Luft abwöge, und sein Gewicht mit dem Gewichte eines gleichen Volumens Wasser vergliche, s. Schwere, specifische.

Galilei, der die Schwere der Luft schon kannte, beweiset dieselbe in seinen Dialogen (Discorsi intorno a due nuove scienze. 1638 Giornata 1.) unter andern daraus, weil eine hohle Kugel schwerer wird, wenn man mehr Luft in sie hineinpresset. Er hatte den Versuch mit Hülfe einer Sprize wirklich zu Stande gebracht, und meldet, er habe die Luft 400mal leichter, als eben soviel Wasser, gefunden: er hat aber ohne Zweifel noch nicht die richtigen Gründe einer solchen Berechnung gekannt.

Der P. Mersenne bediente sich einer Aeolipile, s. Windkugel, die er zuerst mit der Luft darinn abwog, dann aber auf Kohlen legte, die Luft durch die Hitze heraus rieb, und hierauf die Kugel leichter fand. Daraus be-

rechnete er, die Luft sey 1346mal leichter, als Wasser. Weil aber die Hitze nie alle Luft heraustreibt, so giebt diese Methode das Gewicht derselben viel zu gering an. Boyle (Exp. physico-mech. de vi äeris elastica) wiederholte den Versuch mit mehr Vorsicht, und fand die Luft nur 938mal leichter.

Riccioli (Almag. nov. L. II. c. 5.) verfuhr noch fehlerhafter. Er wog eine leere Ochsenblase, bließ sie dann mit Luft auf, und fand sie um 2 Gran schwerer. Hieraus schloß er, die Luft in der Blase habe 2 Gran gewogen, und sey 10000mal leichter, als Wasser, gewesen. Es kan aber die aufgeblasene Blase nicht mehr wiegen, als die leere, wie Jacob Bernoulli (Act. Erud. Lips. 1685. p. 436.) sehr richtig zeigt. Sie nimmt nemlich aufgeblasen mehr Raum ein, treibt also mehr äussere Luft aus der Stelle, und verliert dadurch gerade soviel mehr von ihrem Gewichte, als die hineingeblasene Luft wiegt, s. Gewicht (Th. II. S. 493.). Daß sie bey Riccioli 2 Gran mehr wog, kam vermuthlich nur daher, weil er beym Einblasen und Zubinden die innere Luft etwas mehr zusammengedrückt hatte. Diese 2 Gran waren also nur das Gewicht des geringen mit Gewalt hineingepreßten Ueberschußes. Boyle (Paradoxa hydrost. in prolegom.) führt dieses falsche Verfahren auch an, und setzt nach selbigem die Luft 7500mal leichter, als Wasser.

Soll der Versuch richtig ausfallen, so muß man feste unbiegsame Gefäße, welche beständig einerley Raum einnehmen, dazu gebrauchen. Am besten schicken sich kupferne hohle Kugeln mit einem Hahne, die man auf das Saugrohr der Luftpumpe schrauben kan. Eine solche Kugel wiegt man vorher ab, zieht alsdann die Luft so genau, als möglich, aus, verschließt den Hahn, und wiegt die luftleere Kugel wieder. Der Unterschied des Gewichts vom vorigen wird dem Gewichte der Luft, die in ihr Raum hat, sehr nahe kommen. Freylich kan man nicht alle Luft aus der Kugel ziehen; aber eine gute Luftpumpe wird immer soviel leisten, daß der zurückbleibende Theil unbeträchtlich wird.

So hat Wolf (Nützl. Versuche 1 Theil §. 86.) den Versuch angestellt. Seine Kugel hatte 132 rheinl. Deci-

maßlinien im Durchmesser, hielt also im körperlichen Raume 1203708 Cubiklinien. Luftleer wog sie 704 Gran weniger, als sonst. Also wiegen 1000000 Cubiklinien oder 1 rheinisch. Cubikschuh Luft $\frac{704000000}{1203708}$ d. i. beynahe 585 Gran. Ein Cubikschuh Wasser wiegt nach Wolfs Angabe 495000 Gran; und so giebt dieser Versuch die Luft $\frac{495000}{585}$ oder fast 846 mal leichter als das Wasser.

Durch ähnliche Versuche fanden **Burkard de Volder** (Quaest. acad. de aëris grauitate, §. 52.) die Luft 970 mal, **Homberg** (Mém. de Paris, 1693) 800 mal, **Hawksbee** 885 mal leichter, als Wasser. **Halley** nahm sie 800 — 860 mal leichter an, und **Musschenbroek** (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2059.) setzt die Grenzen 606 bis 1000 mal. **s'Gravesande** (Phys. Elem. math. L. IV. c. 5. §. 2164.) bediente sich einer von Jacob Bernoulli vorgeschlagnen Methode, das luftleere Gefäß im Wasser zu wägen, und findet dadurch die specifischen Schweren des Wassers und der Luft, wie 798 zu 1.

Wenn solche Versuche etwas bestimmtes lehren sollen, so muß dabey wenigstens Barometerstand und Wärme (eigentlich auch Feuchtigkeit und Reinigkeit der Luft) angegeben, und auf die Verschiedenheit des Wassers Rücksicht genommen werden. Das haben aber die genannten Naturforscher gar nicht beobachtet, daher man auch keinen genauen Gebrauch von ihren Resultaten machen kan. Inzwischen läßt sich im Durchschnitte, für eine mittlere Barometerhöhe ($27\frac{1}{2}$ par. Zoll) und bey einer mittlern Temperatur (10° Reaum.) die Luft etwa 800 mal leichter, als Wasser annehmen. So ist, des Wassers Dichte $= 1$ gesetzt, die Dichte dieser Luft $= \frac{1}{800}$ oder $= 0,00125$.

Die barometrischen Höhenmessungen zeigen einen andern Weg, die Dichte der Luft zu bestimmen. Man findet bey dem Worte: **Höhenmessung** (Th. II. S. 618.) erwiesen, daß die Subtangente oder das c der dort gefundenen allgemeinen Formel, durch die Barometerhöhe f di-

vidirt, anzeige, wievielmal das Quecksilber schwerer ist als die Luft bey dieser Barometerhöhe. Könnte man nun unter den (S. 632.) angegebnen Werthen von c einen als zuverläßig ansehen, so wäre daraus die Dichte der Luft für jede Barometerhöhe leicht zu finden, und dem Grade der Wärme gemäß zu berichtigen.

Nach **Lambert**, **Mayer** und **de Lüc** ist c=4342 Toisen, wenn nach letzterm die Temperatur $+16\frac{1}{4}$ Grad nach Reaumür ist. Dies gäbe für die Barometerhöhe $27\frac{1}{2}$ Zoll

$$\frac{c}{f} = \frac{4342.6.72}{27,5} = 11368$$

also die Luft 11368 mal leichter, als Quecksilber, oder (die Dichten von Quecksilber und Wasser, wie 14:1 gesetzt) 816 mal leichter, als Wasser. Für jeden Grad Aenderung der Wärme ändert sich diese Zahl um $\frac{1}{215}$, d. i. um 3,8. Für 10 Grad Temperatur wird sie also $816 - 6\frac{3}{4}.3,8 = 791$, welches dem oben angegebenen Mittel 800 sehr nahe kömmt.

Setzt man nun das Gewicht des rheinländischen Cubikschuhs Wasser $64\frac{1}{2}$ Pfund, des pariser Cubikschuhs 72 Pf. s. **Wasser**, so findet sich das absolute Gewicht

des rheinl. Cubikschuhs Luft $= \frac{64,5.7680}{800} = 619$ Gran,

des pariser — — — $= \frac{72.7680}{800} = 691$ —

oder $2\frac{7}{8}$ Loth. Hr. D. **Gren** (Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 620.) setzt aus eignen Versuchen das Gewicht eines rheinländischen Cubikschuhs Luft, welche nicht sehr feucht ist und die Temperatur 65° Fahrenh. hat, bey der Barometerhöhe 27 Zoll 8 Lin., auf 615,083 Gran Medicinalgewicht.

Luft in den Körpern. Luftgestalt der Materie.

Einige Körper, z. B. Glas, Metall, nasses Leder, sind für die Luft undurchdringlich, andere nicht. Diese Verschiedenheit hängt nicht bloß von der Größe der Zwischen-

räume ab, sondern kömmt auch auf Verwandschaft und Anhängen der Luft an. Man darf also nicht mit Nollet schließen, die Luft habe gröbere Theile, als das Wasser, weil sie nicht durch nasses Leder geht.

An viele Körper hängt sich die Luft stark und häufig, und kan nur mit großer Schwierigkeit aus ihren Zwischenräumen gebracht werden. So ist das Holz gewöhnlich voll Luft. Auch in flüßigen Körpern, z. B. Wasser, Bier, Milch, Seifenwasser, hält sie sich in großer Menge auf, und steigt aus denselben, wenn man sie erwärmt, oder unter die Glocke der Luftpumpe bringt, in Blasen in die Höhe. Legt man Holz mit einer daran gebundnen Bleykugel unter Wasser, und pumpt die Luft darüber hinweg, so steigen diese Blasen in noch größerer Menge auf, und das Holz sinkt nach Anstellung dieses Versuchs im Wasser unter — ein Zeichen, daß es bloß wegen der Menge seiner mit Luft angefüllten Zwischenräume auf dem Wasser schwimmt. Selbst im Quecksilber hält sich Luft auf, und es kostet Mühe, sie herauszutreiben, s. **Barometer.** Auch nehmen Körper, welche von der Luft befreyt worden sind, dergleichen wieder in sich, wenn sie ihr eine Zeitlang ausgesetzt werden.

Ausser dieser Luft in den Zwischenräumen der Körper (aër porositatis) nahm man sonst noch eine zu ihren Bestandtheilen selbst gehörige und mit ihnen gleichsam **verkörperte Luft** (aër mixtionis) an. Man sahe nemlich aus den meisten Körpern, wenn sie durch Säuren, Feuer u. dgl. zersetzt wurden, einen luftförmigen Stof hervorgehen, der oft einen viele hundertmal größern Raum einnahm, als der zersetzte Körper selbst. Eben darinn besteht das bey Auflösungen so gewöhnliche **Aufbrausen. Boyle, Hales** u. a. glaubten, dieser Stof sey wesentlich luftartig, und mache, als ein solcher, einen Bestandtheil der Körper aus. Sie nannten ihn **künstliche** oder **figirte, feste Luft** (aër factitius, fixus), und als neuere Untersuchungen lehrten, daß es mehrere und sehr wesentlich unterschiedene Stoffe dieser Art gebe (s. **Gas**), so glaubten die meisten Physiker, diese Luftgattungen wären als ursprünglich luftartige

Stoffe in der Mischung der Körper äusserst eng zusammengepreßt oder eingekerkert, woher denn auch die gewöhnlichen Ausdrücke des Entbindens oder Entwickelns der Gasarten entsprungen sind.

Nun ist es zwar unleugbar, daß eben die Materie, welche nach der Entwickelung den luftförmigen Stof ausmacht, vorher in der Mischung des Körpers enthalten war. So wird niemand zweifeln, daß die durch Vitriolsäure aus der Kreide getriebne Luftsäure zuvor einen Bestandtheil der Kreide selbst ausgemacht habe. Allein man muß sich hiebey nicht vorstellen, daß sie im festen Körper schon Luft gewesen, und nur durch Einsperrung oder Cohäsion verhindert worden sey, ihre Elasticität zu zeigen; welchen falschen Begrif dennoch viele Schriftsteller mit den Worten: verkörperte, eingekerkerte Luft (aër incorporatus, incarceratus) verbinden. Eine solche Einkerkerung elastischer Luft würde die schrecklichsten Explosionen veranlassen, die auch in der That erfolgen, wenn sich plötzlich erzeugte Gasarten nicht sogleich genugsam ausbreiten können, s. Knallpulver, Schießpulver.

Vielmehr ist die Materie, so lang sie sich in der Mischung des zersetzten Körpers befindet, noch nicht Luft, und ihr Uebergang in eine Luftart macht eine eigne Veränderung ihrer Form oder ihres Zustands aus. So wie Festigkeit und Flüßigkeit, wie Dampfgestalt und Tropfbarkeit, verschiedene Zustände sind, in welchen sich eine und eben dieselbe Substanz zeigen kan, so ist auch Luftgestalt oder permanent-elastische Form ein bloßer Zustand der Materie, welchen dieselbe annehmen oder verlassen kan, ohne daß sich ihre Substanz ändert. So ist es vielleicht ein und ebenderselbe Stof, der in fester Gestalt Eis, in tropfbarer Wasser, in Dampfgestalt Wasserdampf, in Luftgestalt dephlogistisirte Luft genannt wird.

Man findet also in der Mischung der Körper nicht Luft (aërem mixtionis), sondern Stoffe, welche durch gewisse Bearbeitungen die Luftgestalt annehmen. Einige dieser Stoffe kennt man freylich bloß unter dem Namen der Luft. Man wird mich daher nicht falsch verstehen,

wenn ich hin und wieder sage, man finde im Salpeter dephlogistisirte, in den Mineralwassern fixe, in vielen Körpern brennbare Luft u. s. w.

Da die Uebergänge aus Festigkeit in Flüßigkeit, und aus Tropfbarkeit in Dampfgestalt, durchs Feuer oder durch den Stof der Wärme bewirkt werden, s. **Flüßig, Dämpfe**, so ist es wahrscheinlich, daß eben dieses Feuer den Substanzen, durch eine noch innigere Verbindung mit denselben, auch die **Luftgestalt** gebe. Wenigstens ist dies fast die allgemeine Meinung der besten neuern Naturforscher, s. Elasticität (dieses Wörterb. Th. I. S. 705.) Gas (Th. II. S. 350. u. f.). Vermehrung der Wärme verstärkt die specifische Federkraft. Das wesentliche Kennzeichen der Gasarten, daß sie durch die Kälte nicht tropfbar werden, zeigt eine innige Vereinigung mit dem Stof der Wärme an. Bey den Versuchen mit den Luftgattungen zeigt sich deutlich, daß bey jedem Uebergange in den luftförmigen Zustand Wärme gebunden, und bey jeder Verwandlung einer Gasart in einen festen, tropfbaren oder dampfähnlichen Körper Wärme frey werde. Dies macht es sehr glaublich, daß die Luftgestalt blos als ein eigner von inniger Verbindung mit dem Feuer herrührender Zustand der Materie zu betrachten sey.

Kästners Aerometrie in den Anfangsgr. der angew. Mathem. II Th. 1. Abth. Gött. 1780. 8.

Karstens Lehrbegrif der gesammt. Math. III Theil, Aerostatik, VI Th. Pneumatik.

Wolfs nützl. Versuche zur Erkenntniß der Natur und Kunst. I Theil. Halle, 1721. 8. Cap. V.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. Gött. 1787. 8. §. 202. und f.

F. A. C. Grens Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 579. und f.

Luft, fixe, feste, s. **Gas, Gas, mephitisches.**

Luftarten, s. **Gas.**

Luftball, s. **Aerostat.**

Luftbegebenheiten, s. **Meteore.**

Luftelektricität, atmosphärische Elektricität, Electricitas aërea s. atmosphaerica, *Electricité aërienne ou*

de l'atmosphère. Die Elektricität der in der Atmosphäre befindlichen Luft, Dünste und Wolken. Sie ist die Ursache des Blitzes, und in dieser Rücksicht schon bey dem Worte: **Blitz** betrachtet worden. Aber auch ausser der Zeit der Gewitter findet man im Luftkreise stets einige Elektricität, zu deren Beobachtung entweder gewöhnliche Elektrometer, oder besondere Vorrichtungen, s. **Drache elektrischer, Luftelektrometer,** gebraucht werden.

Als man auf **Franklins** Veranlassung im Jahre 1752 die Elektricität der Gewitter durch unmittelbare Erfahrungen bewiesen hatte, fand **le Monnier** (Obs. sur l'électricité de l'air in den Mem. de Paris, 1752.) zuerst durch seine zu St. Germain en Laye angestellten Versuche die Luft auch ausser der Zeit der Gewitter elektrisch. Der Abbe **Mazeas** (Observ. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon, June July and Oct. 1753. in den Philos. Trans. Vol. XLVIII. no. 57.) spannte auf dem Schloße Maintenon einen 370 Fuß langen eisernen Drath aus, deßen Enden 90 Fuß hoch über der Erde an seidnen Schnüren hiengen, und der mit einem elektrischen Drachen verbunden war. Durch diese Vorrichtung fand er die Luftelektricität an jedem trocknen Tage von Sonnenaufgang an bis Abends um sieben oder acht Uhr merklich, indem der Drath leichte Körper auf einige Linien weit anzog; bey feuchtem Wetter aber und in der Nacht konnte er kein Zeichen der Elektricität wahrnehmen. Auch **Kinnersley** (Philos. Trans. Vol. LIII. no. 21.) hatte gefunden, daß eine recht trockne Luft allemal eine ziemlich starke Elektricität zeigte, welche sich sehr leicht aus derselben herableiten ließ. Wenn eine negativ elektrisirte Person im Dunkeln eine lange Nadel mit ausgestrecktem Arme in die freye Luft empor hielt, so leuchtete die Spitze der Nadel.

Weit mehrere und genauere Beobachtungen der Luftelektricität stellte **Beccaria** zu Turin an (Lettere del elettricismo, in Bologna, 1758. gr. 4.). Bey klarem Himmel und stillem Wetter nahm er allezeit, wiewohl mit ei-

niger Unterbrechung, Zeichen der Elektricität wahr. Hingegen bey windigem, oder bey feuchtem Wetter, wobey es nicht wirklich regnete, zeigte sich keine Luftelektricität. Bey Regenwetter ward seine Geräthschaft allemal kurz vor dem Regen elektrisch, und hörte erst kurz vor dem Ende desselben auf, es zu seyn. Je höher seine Stangen reichten oder seine Drachen flogen, desto stärker ward ihre Elektricität, und wenn er von zwoen 140 Fuß von einander entfernten Stangen die höhere berührte, so gab in demselben Augenblicke die andere, welche 30 Fuß niedriger war, schwächere Funken, die aber bald wieder stärker wurden, ob er gleich seine Hand an der höhern Stange liegen ließ. Uebrigens hat Beccaria auf seine Beobachtungen der Luftelektricität ein nicht unberühmtes System von Erklärungen gegründet, nach welchem nicht nur Gewitter, Regen, Schnee und Hagel, sondern auch Sternschnuppen, Nordlichter, Wasserhosen, Erdbeben und Vulkane als Wirkungen der Elektricität betrachtet werden.

Ueber die Elektricität der Luft bey heiterm Himmel hat Beccaria in der Folge noch mehr Beobachtungen mitgetheilt (Osservazioni della elettricità terrestre atmosferica a cielo sereno, bey s. Elettricismo artificiale, in Torino, 1772. 4.). Er fand sie beständig bey Tag und bey Nacht positiv, bey kaltem Wetter stärker, als bey warmem; durch trockne Winde ward sie geschwächt, durch die in der Luft schwebenden Dünste aber verstärkt oder angehäuft, wofern nicht diese Dünste zugleich eine Ableitung in die Erde veranlaßten. Daher war sie bey Nebeln, die nicht niederfielen, am stärksten. Wenn dicke Wolken herankamen, oder auch nur der Wind von einem entfernten Gewölke herbließ, ingleichen wenn es regnete, war sie gemeiniglich negativ.

Hiemit stimmen auch die Beobachtungen von Ronayne in Irland (Phil. Trans. Vol. LXII. p. 138.), von W. Henly (Phil. Tr. Vol. LXIV. p. 422.) und von Cavallo (Treatise of electricity. P. IV. c. 2. 3.) überein. Der letztere beobachtete zu Islington die Luftelektricität so-

wohl mit Hülfe eines Drachen, als auch mit einem eignen Luftelektrometer. Die Resultate hievon lassen sich auf folgende Sätze bringen.

I. Es giebt im Luftkreise allezeit einige Elektricität. Sie ist bey kaltem Wetter stärker, als bey warmem, auch bey Nacht nicht geringer, als am Tage.

II. Diese Elektricität ist allezeit positiv; nur der Einfluß schwerer Wolken oder des Regens kan verursachen, daß die Werkzeuge eine negative Elektricität angeben.

III. In der Regel findet sich die stärkste Elektricität bey dickem Nebel und bey kaltem Wetter; die schwächste hingegen bey trüber, warmer und zum Regen geneigter Witterung.

IV. In der Höhe ist die Elektricität stärker, als an niedrigen Orten. Vielleicht mag sie in den obern Gegenden des Luftkreises ausserordentlich stark seyn.

V. Wenn es regnet, ist die Elektricität des Drachen mehrentheils negativ, und sehr selten positiv.

VI. Wenn das Wetter feucht, und die Elektricität stark ist, so ersetzt sich dieselbe, wenn man einen Funken aus der Schnur des Drachen gezogen hat, mit grosser Geschwindigkeit wieder: aber bey trocknem und warmen Wetter geschieht dieser Ersatz außerordentlich langsam.

Die Elektricität der Wolken ist, wie schon Franklin bemerkt hat, oft negativ; sie verschlucken bisweilen durch den Apparat eine starke und vollgeladne Flasche positiver Elektricität, von welcher der Apparat selbst nicht den hundertsten Theil hätte annehmen und behalten können. Wahrscheinlich werden die Wolken dadurch negativ, daß sie in den Wirkungskreis größerer positiver Wolken kommen.

Der tägliche Gang der Luftelektricität ist in der Regel folgender. Bey trockner Luft entsteht des Morgens vor Sonnenaufgang einige Elektricität, die man aber, weil die Luft gewöhnlich die Nacht über feucht ist, nur selten bemerken kann. Des Vormittags wird die Elektricität nach und nach stärker, je höher die Sonne steigt, und er-

reicht endlich einen Grad, auf dem sie stehen bleibt, bis die Sonne bald untergehen will. Alsdann aber nimmt diese tägliche Elektricität desto mehr ab, je feuchter die Luft ist. In den kühlern Jahrszeiten entsteht, wenn der Himmel heiter ist, ein wenig Wind wehet und die Trockenheit stark zunimmt, nach Sonnenuntergang mit Anfang des Thaues eine Elektricität von beträchtlicher Stärke, welche sich im Apparat beym Funkenziehen sehr schnell wieder ersetzt, und langsam vergehet. In gemäßigten oder warmen Jahrszeiten zeigt sich diese Elektricität sogleich mit Sonnenuntergang; sie fängt mit größerer Geschwindigkeit an, vergeht aber auch früher.

Bey Gewittern bewirken die Blitze schnelle Veränderungen der Luftelektricität. Oft wird dieselbe dadurch weiter verbreitet, bisweilen vermindert, bald verstärkt, bald sogar in die entgegengesetzte verwandlet; bisweilen kömmt sie, wenn vorher gar keine da war, mit einem Blitze plötzlich zum Vorschein. Empfindliche Elektrometer, z. B. das Bennetsche, zeigen schon Veränderungen, wenn es nur von weitem am Horizonte blitzt.

Diese Elektricität der Atmosphäre theilt sich nun den Wolken mit, und häuft sich in ihnen, als in isolirten Leitern, an. Dies ist unstreitig die Ursache der Gewitterelektricität. Woher aber die Luftelektricität selbst ihren Ursprung nehme, läßt sich nicht zuverläßig bestimmen. Man giebt insgemein die Reibung der Wolken und Lufttheilchen an einander, durch Winde und Luftströme, zur Ursache an: allein es hat schon **Wilke** (Anm. zu Franklins Briefen über die Elektr. Leipz. 1758. 8. S. 299.) sehr richtig erinnert, daß die Erregung der Elektricität durch Reiben allemal verschiedene Körper voraussetze, deren einer positiv, der andere negativ elektrisirt wird, welches in der Luft keine andere Folge, als diese, haben könnte, daß die positiven und negativen Theilchen einander anzögen, und die erregte Elektricität wieder verlöhren. Auch zeigen die Beobachtungen, daß starke Winde die Luftelektricität vielmehr schwächen. **Franklin** nahm daher an, die Wasserdünste, aus welchen die Wolken bestehen, würden durch ihre starke

Verdünnung von selbst negativ elektrisirt, daher wären alle Wolken, besonders die Seewolken, auch ohne Reibung elektrisch; Beccaria hingegen sahe die Wolken blos als Leiter an, welche die Elektricität des Erdbodens aus einem Orte in den andern überführten.

Wahrscheinlicher ist die Muthmassung, welche Canton zuerst geäussert hat, daß die Luft, wie der Turmalin, durch die Abwechselungen der Wärme und Kälte elektrisirt werde. Wilke stimmt dieser Meinung bey, und hält die Spitzen der Berge, an welchen so oft Gewitterwolken entstehen, ebenfalls für solche Turmaline, deren Elektricität durch die Hitze verstärkt ist. Sie ziehen alsdann die leitenden Dünste an, die eine Wolke bilden, durch die Mittheilung eine gleichartige Elektricität mit dem Berge erhalten, und alsdann von selbigem abgestoßen werden, u. s. w. Er bemerkt auch, daß die schwüle Hitze, welche des Sommers vor den Gewittern vorhergeht, in unserm Körper ganz andere Empfindungen errege, als sonst die gewöhnliche, oft eben so starke Wärme. Diese schwüle Luft macht träg, und der Wind bedeckt uns alsdann gleichsam mit einer heissen Wolke: wir empfinden eben die Beklemmung und Bangigkeit, welche man bey starkem Elektrisiren fühlt, und empfindliche Personen ahnden ganze Tage lang das bevorstehende Gewitter. Die gewöhnliche Abkühlung der Luft, die man insgemein als Folge der Gewitter betrachtet, läßt sich nach diesen Grundsätzen eher als Ursache derselben ansehen, die sich nur später in die untern Regionen verbreitet. Man s. den Art. Blitz (dieses Wörterb. Th. I. S. 374.).

Endlich haben neuere mit dem Condensator der Elektricität angestellte Versuche gelehrt, daß jeder aufsteigende unsichtbare Dunst elektrisch sey. Wenn man z. B. ein Feuerbecken mit Kohlen isolirt, und die Platte, worauf es steht, mit dem Condensator verbindet, so entsteht Elektricität, zumal wenn man Wasser auf die Kohlen spritzt. Diese ist gemeiniglich negativ — ein Zeichen, daß der aufsteigende Dampf positiv sey. Da nun in den Luftkreis unaufhörlich unsichtbare Dünste aufsteigen, und die

Wolken selbst aus einem Niederschlage dieser Dünste entstehen, so scheint es sehr natürlich, diese Eigenschaft der Dünste, wo nicht für die einzige, doch gewiß für eine Hauptursache der Elektricität der Luft und der Wolken anzunehmen.

Die Luftelektricität hat auf die Gesundheit des menschlichen Körpers, auf die Witterung, und insbesondere auf Vegetation und Fruchtbarkeit einen nicht zu verkennenden Einfluß. Ihre Wirkungen auf die Gesundheit hat **Bertholon de St. Lazare** (Anwendung und Wirksamkeit der Elektricität zur Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit des menschlichen Körpers, a. d. frz. mit neuen Erfahrungen bereichert von D. C. G. **Kühn**, Leipzig, 1788. 8.) umständlich auseinander gesetzt. Wie nothwendig es sey, den übrigen meteorologischen Beobachtungen auch Angaben der Luftelektricität beyzufügen, zeigt Herr **Achard** Mém. de l'Acad. de Prusse. 1780.), welcher insbesondere erweiset, daß das Aufsteigen und Niederfallen des Thaues durch die Luftelektricität befördert oder verhindert werden könne. Endlich scheint auch ihr Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen ausser Zweifel zu seyn. Im Frühlinge, wenn sich die Vegetation erneuert, erscheinen auch von Zeit zu Zeit elektrische Wolken, welche Regen ausgießen. Die Elektricität der Wolken und des Regens nimmt zu bis in die Zeit des Herbsts, in welcher die letzten Früchte eingesammlet werden. Die elektrische Materie scheint die Triebfeder zu seyn, welche die Dünste sammlet, die Wolken bildet und dann wieder gebraucht wird, sie zu zerstören, und in Regen aufzulösen. Die Erfahrung lehrt auch, daß kein Begießen so fruchtbar sey, als der Regen; besonders derjenige, welcher die Gewitter begleitet. Man schloß sonst aus Versuchen mit künstlicher Elektricität, daß das positive Elektrisiren die Vegetation befördere: allein die Herren **Ingenhouß** (*Rozier* Observ. sur la physique etc. May. 1788.) und **Schwankhard** (s. Magaz. für das Neuste aus der Phys. V B. 1 St. S. 161. u. f.) haben durch sehr sorgfältige Versuche

keinen Einfluß der künstlichen Elektricität auf das Wachsthum der Pflanzen entdecken können.

Priestley Geschichte der Elektricit. durch Krünitz, S. 208. u. f.

Cavallo vollständ. Abhandl. der Lehre von der Elektr. aus dem Engl. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 293 und 296.

Adams Versuch über die Elektr. aus dem Engl. Leipz. 1785 gr. 8. S. 151. u. f.

Luftelektrometer, atmosphärisches **Elektrometer**, Electrometrum aëreum s. atmosphaericum, *Electromètre aërien ou atmosphérique*. Eine Veranstaltung, wodurch sich die Stärke und Beschaffenheit der Luftelektricität bestimmen läßt. Eigentlich gehören also hieher auch die elektrischen Drachen und Elektricitätszeiger, von welchen unter besondern Artikeln gehandelt worden ist. Man hat aber zu Beobachtung der täglichen Elektricität der Atmosphäre auch kleinere portative Werkzeuge angegeben, welche im eingeschränktern Sinne den Namen der Luftelektrometer führen.

Cavallo (Vollst. Abhandl. der Lehre von der Elektr. 4. Theil, Cap. 3.) beschreibt ein sehr einfaches Werkzeug dieser Art. AB, Taf. XIV. Fig. 6. ist eine gemeine aus mehrern Gliedern bestehende Angelruthe, von der jedoch das letzte dünnste Glied abgenommen ist. Am Ende B steckt eine dünne mit Siegellak überzogne Glasröhre C, und an dieser ein Stück Kork D, von welchem ein Elektrometer E mit Korkkügelchen herabhängt, s. Elektrometer. HGI ist ein langer Bindfaden, welcher bey A befestiget, und bey G von einem Schnürchen FG gehalten wird; an sein Ende I ist eine Stecknadel befestiget. Wenn man diese in den Kork D einsteckt, so ist das Elektrometer E unisolirt. Will man nun mit diesem Instrumente die Elektricität der Atmosphäre beobachten, so hält man den Stab zu einem Fenster heraus einige Secunden lang so in die Luft, daß er mit dem Horizonte einen Winkel von 50 bis 60° macht. Dann zieht man an dem Bindfaden bey H, und macht dadurch die Stecknadel von dem Korke D los, wodurch der Bindfaden in die punktirte Lage KL

fällt, das Elektrometer aber isolirt, und auf die der Elektricität der Atmosphäre entgegengesetzte Art elektrisirt bleibt. Hierauf wird das Instrument zurückgezogen, und die Beschaffenheit der Elektricität im Zimmer untersucht.

Auch das **Taschenelektrometer** des **Cavallo**, s. **Elektrometer** (dieses Wörterb. Th. I. S. 810.) dient sehr bequem zu Untersuchung der Elektricität der Luft, des Nebels u. s. w. Man darf es nur so hoch in die Luft halten, daß es ein wenig über dem Kopfe steht, und man die Korkkugeln bequem sehen kan. Diese werden sogleich divergiren, wofern Elektricität vorhanden ist; und ob dieselbe positiv oder negativ sey, wird man bestimmen können, wenn man eine geriebene Siegellakstange ꝛc. gegen sie bringt.

Herr **Achard** (Mém. de l'Acad. de Prusse, 1780.) erfordert von einem guten Luftelektrometer, daß es portativ, leicht zu gebrauchen, bestimmt in der Angabe des Grades und der Beschaffenheit der Elektricität, und bey Gewittern ohne Gefahr für den Beobachter sey. Die größte Schwierigkeit bey Verfertigung eines solchen Werkzeugs macht die Isolirung, welche auch bey Regen und feuchter Luft vollkommen bleiben soll. Herrn Achards Instrument besteht aus einem hohlen abgekürzten Kegel von Zinn, dessen oberes Ende offen, das untere aber durch eine zinnerne Platte verschlossen ist. Diese Platte ist mit einer 2 Zoll dicken Lage von Pech überzogen, von deren unterer Fläche eine zinnerne Röhre herab geht, mit der man den Kegel so auf ein Stativ stellen kan, daß seine größere niederwärts gekehrte Grundfläche horizontal steht. Das Pech isolirt den Kegel, und die untere Grundfläche des letztern muß so groß seyn, daß sie den Regen, wenn er auch schief auffällt, abhalten kan, die untere Fläche des Pechs zu treffen oder zu bespritzen; weil sonst das Elektrometer sich in einen Ableiter verwandeln würde. An dem schmalen Theile des Kegels befestigt Hr. Achard einen eisernen Stab, und hängt daran ein Thermometer und zwey Elektrometer, ein etwas langsameres und ein sehr empfindliches, nebst einem Fa-

den, der die geringsten Grade der Elektricität anzeigt. Um den Wind abzuhalten, ist das Ganze in eine oben und unten offne gläserne Glocke eingeschlossen, deren Grund ebenfalls mit Pech isolirt ist. Auch die obere Oefnung der Glocke, durch welche der eiserne Stab hindurch geht, ist mit Pech ausgefüllt, und um dieses vor dem Regen zu schützen, ist es mit einem gläsernen Trichter bedeckt, durch welchen der Stab ebenfalls durchgeht. Auf den Stab kan man hohle und leichte zinnerne Röhren aufschrauben, und damit eine Höhe von 10, 20, 30 Schuhen erreichen, weil das oberste Ende allezeit wenigstens 6 Schuh über alle benachbarte Körper hervorragen muß. Die lezte Röhre endigt sich in eine eiserne sehr scharfe und wohl vergoldete Spitze.

Um nun zu bestimmen, ob die Elektricität der Luft positiv oder negativ sey, geht von dem eisernen Stabe durch das Pech am Boden des Kegels ein Drath herab, an den man einen leinenen Faden mit einer Korkkugel bindet. Nähert man dieser Kugel Körper, welche + E haben, so zieht sie dieselben an, wenn sie — E hat, oder stößt sie ab, wenn sie ebenfalls + E hat.

Zum Schutz gegen plözliche Ausbrüche der Elektricität wird an das Fußgestell ein eiserner Stab befestiget, den man einige Schuhe tief in die Erde einlassen kan. Das obere Ende desselben hat einen runden, etwa 1 Zoll vom Kegel abstehenden Knopf. So wird sich die angehäufte Elektricität allemal durch einen Schlag auf den Knopf in die Erde entladen. Steht das Instrument in einer Dachkammer, so muß statt dieses eisernen Stabs eine metallische Leitung bis in die Erde hinab angebracht werden. Wird alsdann der Knopf in Berührung mit dem Kegel gebracht, so dient der ganze Apparat, als ein wirklicher Blizableiter. Braucht man es aber in freyem Felde oder in einem Garten, so muß der Boden, worauf es steht, 2 - 3 Schuh weit über die Peripherie des Kegels rings herum gepflastert werden, damit sich der aufsteigende Thau nicht an den Kegel hängen, und die Isolirung aufheben könne.

Die Mannheimer Societät braucht zum Luftelektrometer einen Elektricitätszeiger, dessen Spitze oben in freyer Luft steht, die Leitungsstange aber ins Innere des Kabinets geführt ist, wo man sie zu Vermeidung aller Gefahr mit einer Ableitungsstange, die zur Erde geht, verbinden kan.

Uebrigens läßt sich zu Beobachtung der gewöhnlichen schwächern Grade der Luftelektricität auch der Condensator oder jedes empfindliche Elektrometer *) gebrauchen. Wird

*) Als ein Nachtrag zum Artikel: Elektrometer ist hier etwas von dem äusserst empfindlichen Bennetschen Elektrometer zu erwähnen. Es besteht, nach der Beschreibung im göttingischen Taschenkalender für 1789, aus zwey Streifen von Blattgold, 3 Zoll lang und ¼ Zoll breit. Diese sind dicht an einander in der Mitte eines vertikalen gläsernen Cylinders von 5 Zoll Höhe und 1½ Zoll Durchmesser aufgehängt. Der Cylinder sitzt unten in einem hölzernen oder messingnen Fuße; oben schließt ihn eine metallne Kappe, die etwa einen Zoll mehr im Durchmesser hat, als der Cylinder, und mit einem ¾ Zoll tiefen abwärtsstehenden Rande, etwa wie der Deckel einer runden Schnupftobaksdose, versehen ist. Dieser Rand hält den Regen und Staub ab. Damit er fest anschließe, ist innerhalb noch ein anderer halb so hoher concentrischer Rand angebracht, der mit Sammet gefüttert ist, und in den der Cylinder streng einpasset. So ist alles ohne Kitt fest, und kan doch leicht abgenommen werden. Inwendig tritt aus der Mitte des Deckels ein hohler blecherner Cylinder etwas länger als der innere Rand, hervor mit einem kleinen Stifte, an dem die Goldstreifchen mit Kleister, Gummiwasser ꝛc. befestigt sind. Damit sie nicht von der Elektricität des Glases afficirt werden, so sind an der innern Seite des Glases von da an, wo sie anschlagen würden, bis in den Fuß Stanniolstreifen angeleimt. Der obere Rand des Glases ist mit Siegellak überzogen, um den Deckel desto besser zu isoliren. So ist dieses Elektrometer ziemlich ähnlich mit dem von Cavallo, welches im ersten Theile dieses Wörterbuchs S. 811. beschrieben ist. Seine Empfindlichkeit ist sehr groß, und wird noch vermehrt, wenn man eine brennende Kerze auf den Deckel setzt, welche wie eine Spitze wirkt. Staub, von Büchern abgekehrt, pulverisirte Kreide u. dgl. wirken auf die Goldblättchen schon in der Entfernung. Bey hei-

dasselbe mit der Erde verbunden, der Luft ausgesetzt, und dann plötzlich isolirt, so zeigt es, wie das von Cavallo, die entgegengesetzte Elektricität: wird es aber mit einer oben zugespitzten und unten isolirten metallischen Leitung verbunden, so erhält es, wie das von Achard, eine gleichartige Elektricität mit der Luft selbst.

Luftelektrophor. Diesen sehr uneigentlichen Namen hat Herr Weber (Neue philosophische Abhandl. der churbayrisch. Akad. der Wissensch. I. B. 1778. ingl. Joseph Webers Abhandl. von dem Luftelektrophor, 2te Auflage, Ulm, 1779. 8.) einer Vorrichtung beygelegt, welche sich als Elektrisirmaschine und als Elektrophor zugleich gebrauchen läßt. Man spannt nemlich trockne Glanzleinwand, wollen Zeug, Leinwand, Papier, abgetragnes Leder oder dergleichen in einem Rahmen aus, erwärmt es und reibt die Fläche mit einem warmen Hasen- oder Katzenpelz, wodurch sie eine beträchtliche Elektricität erhält. Herr W. befestiget diesen Rahmen in ein senkrecht stehendes Gestell, das man, wie einen Hitzschirm, an den warmen Ofen, oder im Sommer an die Sonne stellen kan. Neben dieses Gestell setzt man ein Tischchen, auf welchem eine gläserne Flasche steht, in welche ein umgebognes metallnes Rohr eingekűttet ist. Am Ende desselben befindet sich eine gegen den Rahmen gekehrte Quaste von Metallfäden. So thut das Rohr, wenn die eingespannte Fläche gerieben wird, alle Dienste eines ersten Leiters, und die ganze Vorrichtung kan als Elektrisirmaschine

term Wetter treibt die isolirte Schnur eines Drachen die Blättchen an die Seite des Gefäßes an, bey wolkigtem Himmel aber, und wenn ein Drath in der Schnur ist, zeigt sich schon 30 Fuß weit von derselben Elektritität. Zieht eine Donnerwolke vorbey, so schlagen mit jedem Blitze die Blättchen plötzlich an das Glas an u. s. w. (Man sehe auch *Henr. Dav. Wilckens* Specimina duo, mathematicum et physicum. Gottingae, 1789. 8. wo man eine Beschreibung dieses Elektrometers, nebst einigen damit angestellten Versuchen findet).

gebraucht werden. Ihre Wirkungen sind stärker, als man vermuthen sollte, besonders zeigt sie im Dunkeln die Erscheinungen des elektrischen Lichts mit vorzüglicher Schönheit.

Der Rahmen allein, ohne Gestell, dient als Elektrophor. Man legt ihn horizontal, und unterstützt ihn so, daß das eingespannte Zeug blos von der Luft berührt wird. Da es nun durchs Reiben eine negative Elektricität erhält, so wird eine darauf gesetzte, berührte und wieder abgenommene Trommel, positiv elektrisirt, s. **Elektrophor.**

Die Leinwand oder der eingespannte Flanell u. dgl. muß hiebey ganz frey bleiben, und blos die Luft berühren. Die Ursache ist, weil geriebne dünne Körper an jeder Fläche, an der sie anliegen, leicht kleben, und in diesem Zustande gar keine elektrischen Erscheinungen zeigen, s. **Elektricität** (dieses Wörterb. Th. I. S. 744. 745.). Daher klebt auch die Glanzleinwand u. s. w., wenn sie stark gerieben ist, an der Wand des Zimmers, ist in diesem Zustande ganz unthätig, und zeigt ihre Elektricität erst wieder, wenn sie von der Wand losgerissen und frey in der **Luft** gehalten wird. Dieser Umstand hat Herrn **Weber** veranlaßet, die Benennung **Luftelektrophor** zu wählen. Uebrigens zeigt sich beym Losreissen des Rahmens von der Wand im Dunkeln ein vorzüglich schönes elektrisches Licht.

Lufterscheinungen, s. **Meteore.**

Luftgattungen, s. **Gas.**

Luftgütemesser, s. **Eudiometer.**

Luftkreis, Dunstkreis, Dunstkugel, Atmosphäre der Erde, Atmosphaera terrestris, *Atmosphère de la terre.* Die ganze Luftmasse, welche den Erdball von allen Seiten her umgiebt, und eine hohle Kugelschale um denselben bildet. Ihr Daseyn erhellet aus der Gegenwart der Luft an allen Orten der Erdfläche, und in allen zugänglichen Höhen, bis auf die Gipfel der höchsten Berge. Diese Luft, von deren Eigenschaften die Ar-

tikel: Luft und Gas, atmosphärisches, handlen, macht zwar den Hauptbestandtheil des Luftkreises aus, sie ist aber in demselben mit unzählbaren fremden Substanzen verbunden, deren Verhältnisse und Mischungen sich unaufhörlich ändern. Vorzüglich hält sie aufgelöstes Wasser oder Dünste in sich, daher wenigstens für ihren untern Theil der Name: **Dunstkreis** oder **Dunstkugel**, der mit dem griechischen Worte Atmosphäre einerley ausdrückt, sehr schicklich ist. Uebrigens gehört der Luftkreis mit zur Erdkugel selbst, und folgt der täglichen sowohl, als der jährlichen Bewegung derselben.

Druck der Atmosphäre.

Da der Luftkreis aus einem schweren und elastischen Fluidum besteht, so wirkt er auf die Erdfläche und auf die Oberflächen der Körper, nach den Gesetzen des Drucks elastischer Flüßigkeiten. Hiebey ist der Druck, womit die flüßige Materie den Boden, der sie trägt, unterwärts presset, dem Gewichte der gesammten flüßigen Masse gleich, s. Elasticität. (dieses Wörterb. Th. I. S. 708.). Mithin trägt die ganze Erdfläche einen Druck, der dem Gewichte des ganzen Luftkreises gleich kömmt. Und jeder Theil der Erdfläche FE, Taf. XIV. Fig. 7, trägt das Gewicht der Luft im Raume FGHE, in welchem die Luft durch den Druck der anliegenden Luftsäulen eben so zusammengehalten wird, als ob die Grenzen FG, HE, feste Wände eines Gefäßes wären. Wenigstens ist dies letztere ausser Zweifel, wenn FE klein und gegen den Halbmesser der Erde FC unbeträchtlich ist; hat aber FE eine beträchtliche Größe, so ist der Satz allerdings den Erinnerungen ausgesetzt, welche **Daniel Bernoulli** (Hydrodyn. Sect. X. §. 3.) dagegen gemacht hat.

Flüßige Materien drücken aber auch aufwärts, seitwärts und überhaupt nach allen möglichen Richtungen. Daher werden die Körper, welche überall mit Luft umgeben sind, an allen Stellen ihrer Oberfläche durch das Gewicht des Luftkreises gedrückt. So lang auf allen Seiten

Luft vorhanden ist, heben sich diese Drückungen gegenseitig auf, und bewirken weiter nichts, als daß jeder Körper soviel von seinem wahren Gewichte verliert, als er Luft aus der Stelle treibt, s. Gewicht (dieses Wörterb. Th. II. S. 493.). Wird aber die Luft von einer Seite her abgehalten, oder weggenommen, so äussert sich der **Druck des Luftkreises** von der andern Seite auf einmal in seiner vollen Stärke, und bringt Wirkungen hervor, welche zwar täglich bey den gemeinsten Begebenheiten in die Augen fallen, deren wahre Ursache aber bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts gänzlich verkannt worden ist.

Zu diesen Wirkungen gehören vornehmlich die Phänomene des **Saugens** und der **Spritzen**. Beym Saugen wird die genau an Lippen und Gaumen anschliessende Zunge zurückgezogen, und ihrer Bewegung folgt das Getränk, das man einsaugen will, von selbst nach. In eine Handspritze oder Saugpumpe, deren Oefnung in Wasser gesenkt ist, sieht man beym Zurückziehen des genau anschliessenden Kolbens, das Wasser wider die Natur seiner Schwere aufsteigen, dem Kolben nachfolgen, die Spritze füllen, u. s. w. Die Ursache hievon ist unstreitig diese. Auf die Wasserfläche CD im Gefässe CBD, Taf. XIV. Fig. 8. drückt das Gewicht des Luftkreises an allen Stellen gleich stark, so daß sich alle diese Drückungen das Gleichgewicht halten. Senkt man aber in dieses Wasser das Saugrohr AG ein, und zieht den Kolben von E bis F zurück, so wird der Theil EH von keiner Luft mehr niederwärts gedrückt; also fehlt an dieser Stelle der Druck der Atmosphäre, die Drückungen auf CE und DH müssen also das Uebergewicht bekommen, und das Wasser daselbst niedertreiben, daher es durch A in das Rohr dringt, und in den Raum EF aufsteigt.

Aristoteles hatte dieser Erscheinungen halber der Natur eine **Abneigung gegen die Leere** beygelegt. Wie die Alten daraus die Saugwerke, Heber und andere hydraulische Maschinen erklärt haben, zeigt am besten das Buch des **Heron von Alexandrien** (Πνευματικῶν s. Spiritalium liber ed. a Commandino, Paris. 1575. 4.). Es wird dar-

inn besonders der Luft uud dem Wasser eine Anziehungskraft zugeeignet, vermöge welcher diese Materien streben sollen, jede Leere zu füllen, und zu diesem Behuf auch andere Körper nach sich zu ziehen, daher ein Gefäß, aus dem man die Luft sauget, an den Lippen klebe u. s. w. Diesem Grundsatze von Vermeidung der Leere blieben die scholastischen Physiker durchgängig getreu; nur sahen einige diesen Trieb der Natur für allgemein und alle Leere für unmöglich an, andere schränkten die Saugkraft blos auf die flüßigen Materien ein, und noch andere, z. B. Linus suchten die Sache durch ein Zusammenziehen der Materie (funiculus) zu erklären. Galilei entdeckte zwar durch den mißlungnen Versuch eines florentinischen Gärtners, der das Wasser mit einer Saugpumpe höher als 18 Ellen heben wollte, daß die Gewalt, welche das Wasser in den Pumpen hebt, eingeschränkt sey, allein er schloß daraus nichts weiter, als daß der Abscheu der Natur vor der Leere, (oder nach seinem Ausdrucke die Kraft der Leere) bestimmte Grenzen habe (Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze, Leid. 1638. Giornata 1.).

Endlich erfand Torricelli im Jahre 1643 das Barometer, und kam dadurch auf die Entdeckung, daß alle diese aus dem Abscheu vor der Leere erklärten Phänomene vielmehr vom Drucke der Atmosphäre herrührten, welches Pascal und Descartes ausführlicher bestätigten, und dadurch das alte aristotelische System gänzlich niederschlugen, s. Barometer (dieses Wörterb. Th. I. S. 237 u. f.) wo man auch finden wird, daß Descartes einige Ansprüche auf die erste Entdeckung habe. Doch erhielten sich die alten Erklärungen noch einige Zeit: eine nach ihnen abgehandlete Hydraulik ist noch des P. Schott Mechanica hydraulico-pnevmatica (Herbipoli, 1657. 4.)

Wenn man eine Röhre, die über 35 Schuhe lang und unten mit einem Hahne versehen ist, mit Wasser füllt, oben luftdicht zuschließt, unten in ein Gefäß mit Wasser setzt, und dann den Hahn öfnet, so fällt das Wasser im obern Theile herab, und läßt über sich einen luftleeren Raum, bleibt aber stehen, sobald seine Oberfläche eine Höhe von

dreyßig und etlichen Schuhen über der Wasserfläche im Gefäß erreicht hat. Aber die Veranstaltung dieses Versuchs ist sehr beschwerlich und unsicher. Sie erfordert metaline Röhren, die man aneinander schrauben kan, bis sie die nöthige Länge erhalten. Zwischen die Schrauben wird nasses Leder gelegt, um das Eindringen der äussern Luft abzuhalten. Oben wird eine verschloßne gläserne Röhre aufgeschraubt, damit man sehen könne, was im obern Theile vorgeht. Ein solcher Apparat mit einem Gestell, um ihn an der Mauer eines Gebäudes aufzurichten, befindet sich unter der für hiesige Universität angekauften Instrumentensammlung. Es ist eben derjenige, dessen Herr Kästner (Anfangsgr. der Aerometrie, §. 31. Anm.) gedenkt, und den nach Hausen und Winkler zuletzt der verstorbne D. Ludwig besessen hat. Bey dem letztern habe ich den Versuch mehreremale gesehen, bin auch selbst dabey behülflich gewesen. Er kan aber nie vollkommen gelingen, weil die Luft, die sich im Wasser aufhält, sogleich in den obern Raum tritt, und denselben, statt daß er luftleer bleiben sollte, mit einer Menge Schaum und Blasen füllt. Caspar Bertus in Rom, der dieses Experiment nach Schotts Nachricht (Mech. hydraul. pnevm. p. 308.) zuerst anstellte, brachte im obern Raume ein Glöckchen an, dessen Hammer durch einen Magnet aufgezogen ward. Wenn der Hammer wieder herabfiel, hörte man den Klang. Daraus schlossen die Aristoteliker, der Raum sey nicht luftleer, und hatten bey diesem Versuche Recht, weil er an sich zu unvollkommen ist, um das Daseyn einer Leere zu erweisen. Uebrigens würde das Wasser, wenn der Versuch gelänge, eben so steigen und fallen, wie das Quecksilber im Barometer, daher auch einige den Apparat dazu das Wasserbarometer nennen.

Weit leichter und sicherer wird alles, wenn man Quecksilber statt des Wassers wählt. Alsdann darf der Apparat nur etwas über 29 Zoll lang seyn, und man kan eine oben verschloßne Glasröhne dazu gebrauchen. Dies ist der Versuch des Torricelli (s. Barometer), den man gar nicht nöthig hat besonders anzustellen, weil ihn jedes Barometer unaufhörlich vor Augen stellt.

Diese Entdeckungen beweisen nicht nur den Druck des Luftkreises; sie geben auch zugleich die Größe desselben an. Wenn im Saugrohre A G, Taf. XIV. Fig. 8. das Wasser durch Aufziehung des Kolbens E H nicht über dreyßig und etliche Schuhe gehoben werden kan, und wenn die Quecksilbersäule im Barometer nicht über 27 bis 29 Zoll steigt, so kan der Druck des Luftkreises auf CE und HD nur gerade soviel betragen, als ob über diesen Flächen dreyßig und etliche Schuh hoch Wasser, oder 27 — 29 Zoll hoch Quecksilber stünde. Daher ist der Druck der Atmosphäre auf jede ebne Fläche so groß, als das Gewicht einer Quecksilbersäule, welche die gedrückte Fläche zur Basis, und die Höhe des Quecksilbers im Barometer zur Höhe hat.

Nach den Angaben des Herrn D. Gren (Grundriß der Naturlehre, Halle 1788. 8. §. 596.) wiegt ein pariser Cubikfuß Quecksilber 950 Pfund köllnisch. Ist nun die Barometerhöhe 28 Zoll oder $2\frac{1}{3}$ Fuß, so drückt der Luftkreis auf eine Fläche von 1 Quadratfuß mit einer Last von $2\frac{1}{3} . 950 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund. Und für jede Linie, um welche das Quecksilber höher oder niedriger steht, beträgt dieser Druck $6\frac{4}{7}\frac{3}{2}$ Pfund mehr oder weniger.

Dieser Druck wirkt nach allen Seiten. Setzt man nun die Oberfläche des menschlichen Körpers auf 15 Quadratfuß, so findet sich, daß derselbe von der ihn umringenden Luft mit einer Kraft von $15 \times 2216\frac{2}{3} = 33250$ Pfund zusammengedrückt werde. Daß wir diesen Druck bey aller seiner Größe nicht empfinden, ist leicht begreiflich. Er wirkt auf alle Theile der Oberfläche gleichförmig, und nach jeden zwo entgegengesetzten Richtungen gleich stark, daher kein Theil des Körpers dadurch verletzt oder verschoben werden kan; alle innere Hölungen sind entweder mit Säften oder mit Luft von gleicher Elasticität erfüllt, die eben so stark von innen zurückwirkt; endlich wird auch durch die beständige Gewohnheit jede Empfindung, die man noch davon haben könnte, vertilgt. Wir ertragen sogar beträchtliche Veränderungen dieses Drucks. Wenn das Barometer um 2 Zoll höher, als sonst, steht, ist derselbe um 2375 Pfund

größer; dennoch wirkt diese Vermehrung nicht merklich auf unser Gefühl.

Eben so ist auch bey leblosen Körpern der Druck des Luftkreises ohne Wirkung, so lang er auf dieselben von allen Seiten her trift. Er zeigt sich aber augenblicklich, sobald man ihn auf einer Seite hinwegnimmt. Daher hängt die Glocke am Teller der Luftpumpe, der Schröpfkopf an der Haut, ein umgestürztes Weinglas an einem Mörsel 2c. fest an, wenn man die inwendige Luft ausgepumpt oder durch Erwärmung heraus getrieben hat. Das Glas wird von der Luft zerdrückt, wenn man aus einer eckigten Flasche, oder aus einem mit einer Glasplatte gedeckten Cylinder die Luft wegnimmt; und hat man statt des Glases eine Blase über den Cylinder gebunden, so wird dieselbe durch den Druck der äussern Luft mit einem heftigen Knalle zersprengt. Eben dies bestätigt auch Guerikens berühmter Versuch, s. Halbkugeln, magdeburgische.

Uebrigens ist schon beym Worte: Luft bemerkt worden, daß dieser Druck des Luftkreises auf die Körper nicht blos unter freyem Himmel wirkt, sondern auch in allen Zimmern und Räumen, welche mit der äussern Luft in Verbindung stehen, oder sonst mit Luft von gleicher absoluten Elasticität angefüllt sind. Das Gewicht des Luftkreises nemlich wirkt auf die Flächen mittelbar, indem es die an ihnen liegende Luft zusammendrückt, deren Federkraft erst die unmittelbare Ursache des Drucks gegen die Flächen selbst ist.

Jede Luftsäule enthält unten dichtere und elastischere Luft, als oben, weil die untern Theile das Gewicht der obern mit tragen. Dies bestätigen alle Versuche und Beobachtungen. Also nimmt der Druck der Atmosphäre von unten nach oben beständig ab, weil man oben weniger Luft über sich hat, und auf den Gipfeln der Berge ist die Luft weit dünner als an der Erdfläche oder am Ufer des Meeres.

Man kan auf diese Abnahme der Dichte ohne Bedenken das mariottische Gesetz anwenden, wie Halley, Bouguer, Mayer, de Lüc, Kästner, Hennert 2c. bey ihren unter dem Worte: Höhenmessung, (Th. II. S. 613 u. f.), angeführten Untersuchungen und Formeln ge-

than haben. Zwar gründet sich dieses Gesetz auf Versuche, welche 1) in verschlossnen Gefäßen und 2) durch den Druck des Quecksilbers (einer nicht merklich elastischen Materie) angestellt sind. Daher haben einige, z. B. Herr Wünsch (Neue Theorie von der Atmosph. Leipz. 178-. 8. S. 26.) behaupten wollen, es sey nicht anwendbar auf die freye atmosphärische Luft, welche durch sich selbst (durch Druck einer elastischen Materie) verdichtet werde. Allein einem Theile zusammengedrückter Luft muß ja immer ebendasselbe wiederfahren, er mag nun durch feste Wände einer Röhre oder durch den Druck umliegender Luftsäulen eingeschlossen seyn, und er mag von unelastischem Quecksilber oder von elastischer Luft gedrückt werden, wofern nur die Grösse des Drucks eben dieselbe ist. Feste Wände und Quecksilber thun weder mehr noch weniger, als was im Freyen die Federkraft der umliegenden und aufliegenden Luft auch thut; sie hindern die gedrückte Luft, sich seitwärts und oberwärts auszubreiten — eben so, wie es in der Hydrostatik einerley ist, ob eine Masse Wasser von den Wänden eines Gefäßes oder von den umliegenden Wassersäulen gehalten, und ob sie von aufliegendem Wasser, oder von einem gleich schweren festen Gewichte gedrückt wird. Man hat also keine Ursache, von dem mariottischen Gesetze abzugehen, zumal da alles, was etwa Maraldi, Feuillee, Daniel Bernoulli, Caßini, Wünsch u. a. an dessen Stelle haben setzen wollen, auf blos willkührlichen, oder wohl gar fehlerhaften Voraussetzungen beruht.

Diesem Gesetze gemäß nehmen die Dichten der Luft in geometrischer Progreßion ab, wenn die Höhen der Stellen in arithmetischer Reihe wachsen. Man setze in den beym Worte: Höhenmessung (Th. II. S. 615 u. f.) gebrauchten Ausdrücken, die Dichte der Luft in S (Taf. XI. Fig. 73.) = m; die in K = μ (die Dichte des Quecksilbers = 1, so ist

$$\mu = \frac{my}{f} \text{ und log. } \frac{f}{y} = \log m - \log \mu$$

Die Formel für die Höhe SK = x wird alsdann

$$x = ce (\log m - \log \mu).$$

Ist nun μ ein gewisser Theil von m, z. B. der nte, so wird $\log m - \log \mu = \log n$ und $x = ce \log n$. Hiebey ist ce eine unveränderliche Grösse, daher die Höhe x, wie der logarithme von n wächst, d. i. in arithmetischer Zahlreihe, wenn n selbst in geometrischer steigt, oder wenn die Dichte μ in geometrischer Progreßion abnimmt. Den Dichten m, $\frac{1}{2}$m, $\frac{1}{4}$m, $\frac{1}{8}$m. gehören die Höhen 0, ce. log. 2, ce. log. 4, ce. log. 8 zu. Diese steigen in einer arithmetischen Zahlreihe, wo der Unterschied der Glieder ce. log. 2. ist. Zu den Dichten m, $\frac{1}{10}$m, $\frac{1}{100}$m, $\frac{1}{1000}$m ꝛc. gehören die Höhen 0, ce, 2ce, 3ce, ꝛc., wo der Unterschied der Glieder ce. log. 10. oder ce selbst ist.

Nach de Luc ist, für Luft von der Temperatur + 16$\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur, ce = 10000 Toisen, also ce. log. 2 = 3010 Toisen. So gehören

den Dichten	m,	$\frac{1}{2}$m,	$\frac{1}{4}$m,	$\frac{1}{8}$m
die Höhen	0,	3010,	6020,	9030 Toisen ꝛc.

d. i. so oft man im Luftkreise um 3010 Toisen höher steigt, so findet man oben die Luft nur halb so dicht, als unten, und das Quecksilber im Barometer sinkt während dieses Steigens um die Helfte seiner anfänglichen Höhe.

Daß bey dieser Anwendung des mariottischen Gesetzes auf die Bestimmung der Dichte des Luftkreises, Wärme, Dünste und verschiedene Mischung der Luft beträchtliche Abweichungen verursachen müssen, wird man von selbst ermessen. Aber auch ohne diese Abweichungen ist das Gesetz an sich nur soweit erwiesen, als unsere Erfahrungen reichen, s. Luft. Wahrscheinlich findet es in den dünnen Luftschichten an der Grenze der Atmosphäre nicht mehr statt, weil doch der Luftkreis irgendwo aufhören und also eine letzte Luftschicht verhanden seyn muß. Diese letzte Luftschicht müßte nach dem mariottischen Gesetze, da sie von nichts weiter gedrückt wird, die Dichte = 0 haben; gleichwohl ist es ungereimt, eine Luft ohne alle Dichte, d. i. einen Körper ohne Masse, anzunehmen. Daher erinnert d'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouv. des fluides §. 81.), es verhalte sich vielleicht die Dichte, wie der Druck + einem gewissen unveränderlichen Gewichte. Oder ist etwa die Dichte der Luft

in der obersten Gegend gleichförmig, weil das Gewicht der obersten Luft unvermögend ist, die Elasticität der unmittelbar darunter liegenden zu überwinden? Wie dem auch sey, so sieht man doch, daß das mariottische Gesetz nicht in völliger geometrischer Schärfe und Allgemeinheit gelten könne.

Höhe und Gestalt des Luftkreises.

Hätte die Luft durchaus einerley Dichtigkeit, so müßte die Höhe jeder Luftsäule so groß seyn, als die Höhe der gleichwiegenden Quecksilbersäule (oder die Barometerhöhe) multiplicirt mit der Zahl, welche anzeigt, wievielmal Quecksilber schwerer, als Luft ist. In den beym Worte: **Höhenmessung** (Th. II. S. 615. u. f.) gebrauchten Bezeichnungen ist die Barometerhöhe = f; die gedachte Zahl = $\frac{1}{m}$. Demnach wäre die Höhe des Luftkreises = $\frac{f}{m}$ oder c, d. i. gleich der Subtangente der logarithmischen Formeln, deren Grössen dort (S. 632.) nach verschiedenen Schriftstellern angegeben sind. Nach **de Lüc** betrüge diese Höhe 4342 Toisen oder 26052 pariser Schuhe.

Da aber die Dichtigkeit der Luft in der Höhe abnimmt, so muß sich der Luftkreis viel weiter erstrecken. Er müßte unendlich hoch seyn, wenn das mariottische Gesetz in aller Schärfe richtig wäre. Da aber dies nicht seyn kan, so nimmt man insgemein an, die Luft lasse sich nicht weiter, als auf einen gewissen Grad, verdünnen, und höre da auf, wo sie diesen Grad dem Gesetze gemäß erreicht hat. **Mariotte** selbst (Essai sur la nature de l'air, Paris, 1676. 8.) setzt, die Luft könne nicht über 4096mal dünner, als unten werden, und findet daraus nach einer ungefähren Berechnung, die ich bey der Uebersetzung des **de Lüc** (Unters. über die Atmosph. Leipz. 1776. gr. 8. Th. I. S. 239. Anm.) umständlich vorgetragen habe, die Höhe des Luftkreises 15 französische Meilen (lieües), jede zu 12000 pariser Fuß.

Herr **de Lüc** (Unters. über die Atm. §. 794 u. f.)

schlägt vor, das Ende der Atmosphäre dahin zu setzen, wo die Luft nur noch wenig Quecksilber, z. B. noch eine Linie erhalten könne. Für diese Stelle ist, wenn man f = 27 Zoll oder 324 Lin. und die Temperatur $16\frac{1}{4}$ Grad setzt

$$x = 10000. \log. 324 = 25105,45 \text{ Toisen}$$

oder $12\frac{1}{2}$ französische Meilen. Hier wäre die Luft 324mal dünner als unten. Es ist aber gar kein Zweifel, daß sie noch weit dünner werden kan, da schon unsere guten Luftpumpen sie noch stärker verdünnen. Bis dahin, wo sie nur $\frac{1}{2}$ Lin. Quecksilber hielte, und 628mal dünner, als unten wäre, hätte man noch 3010 Toisen oder $1\frac{1}{2}$ frz. Meilen höher zu steigen; und wieder $1\frac{1}{2}$ Meilen bis dahin, wo sie 1256mal dünner wäre u. s. w. De Lüc selbst schätzt sie endlich auf $17\frac{1}{2}$ frz. Meilen. Alle diese Bestimmungen sind blos willkührlich, und lehren eigentlich gar nichts, weil man die Grenze der Verdünnung der Luft doch nicht aus Erfahrungen angeben kan.

Man hat aber eine weit ältere und bestimmtere Methode, die Höhe des Luftkreises zu finden. Sie gründet sich auf die Theorie der Dämmerung, und ist schon beym Alhazen (De crepusculis prop. ult. in *Risneri* Thesaur. Opt. Basil. 1572. fol.) vorgetragen. Wenn auf der mit dem Luftkreise umgebnen Erdkugel Taf. XIV. Fig. 9. dem Orte O die Dämmerung aufhört, und der letzte Stral der Sonne HO im Horizonte dieses Orts ins Auge O gelanget, so steht die Sonne selbst schon 18° unter dem Horizonte IHO, s. Dämmerung. Ihr letzter Stral SH trift also den Horizont IHO bey H unter dem Winkel SHI = 18°, und wird von dem Lufttheilchen H so nach O reflectirt, daß SHC = CHO. Daher ist $CHO = \frac{1}{2} SHO = \frac{1}{2}(180° - SHI) = 90° - \frac{1}{2} SHI$, und C oder $90° - CHO$ ist $= \frac{1}{2} SHI = 9°$. Mithin verhält sich im rechtwinklichten Dreyecke CHO

$$CO : CH = \sin. tot. : \sec. C = 1 : \sec. 9°$$

und der Unterschied zwischen CH und CO, oder die Höhe des Luftkreises ist $= CO. (\sec. 9° - 1) = 0,0124625. CO$, d. i. nahe an $\frac{1}{80}$ CO. Setzt man CO oder den Halbmesser der Erde nach Picard 3269300 Toisen, so beträgt dies etwa 40752 Toisen oder $20\frac{1}{3}$ Lieues.

Kepler (Epit. Astr. Copern. p. 73. sqq.) hatte mit Recht bemerkt, daß man auch die Brechung der Stralen SH und HO in Betrachtung ziehen müsse. Er führt eine Rechnung hierüber, die ihm den Luftkreis 10 Meilen hoch giebt, die er aber wieder verwirft, weil er sich einbildet, die Luft könne nur bis in die Höhe einer halben Meile reichen. **Halley** (Philos. Trans. n. 181) zeigt durch einen sehr scharfsinnig geführten Beweiß, daß man wegen der Brechung den Winkel C um die Grösse der Stralenbrechung im Horizonte, d. i. um einen halben Grad, kleiner annehmen müsse. Dadurch wird

$CH - CO = CO.(\sec. 8\frac{1}{2}° - 1) = 0{,}0111061.CO$, oder nahe $\frac{1}{90}$ CO, und die Höhe des Luftkreises findet sich 36325 Toisen oder $18\frac{1}{6}$ Lieues. In geographischen Meilen, deren 15 auf einen Grad und 860 auf den Halbmesser gehen, macht dies $9\frac{2}{3}$; und in chursächsichem Maasse beynahe 8 Meilen, jede zu 32000 Leipziger Fuß.

De la Hire (Mém. de l'acad. des Sc. 1713. p. 54.) zieht von dem ganzen Sehungsbogen (18°) die Brechung im Horizonte (32′) und den Halbmesser der Sonne (16′) ab, (den letztern darum, weil der letzte Stral nicht vom Mittelpunkte, sondern vom obern Rande der Sonne komme), und setzt also den Winkel C = 8° 36′. Dies giebt ihm 37223 Toisen; vorausgesetzt, daß die Stralen SH und HO gerade Linien beschreiben. Da sie aber in krummen Linien gehen, s. **Stralenbrechung, astronomische**, so zieht er auch dies in Betrachtung, und schließt endlich, die Höhe des Luftkreises sey zwischen 32501 und 37223 Toisen.

Mairan (Traité de l'aurore boreale Sect. II. ch. 3.) folgert aus Beobachtungen der Nordlichter, daß deren Höhe, mithin auch die Höhe des Dunstkreises über 200 – 300 französische Meilen steige. Aber wenn auch diese Bestimmung für das Nordlicht zuverläßig wäre, so folgte doch daraus noch nichts für den Luftkreis, da Nordlichter, als elektrische Erscheinungen, wohl auch im luftleeren Raume statt finden könnten. Man kan also die Höhe der Atmosphäre, soweit sie das Licht zurückwirft, zwischen 8 und 10 geographische Meilen setzen.

Die Gestalt des Luftkreises muß wegen der Umdrehung der Erde sphäroidisch seyn, wie die Gestalt der Erdkugel selbst. Ausserdem aber ereignen sich in den verschiedenen Höhen der Luft über den Orten der Erdfläche mancherley locale und periodische Veränderungen. Vornemlich bewirkt der Mond in der Atmosphäre eine Art von Ebbe und Fluth, indem die gegen ihn gravitirende Luft sich eben so, wie das Wasser, verhält, s. **Ebbe und Fluth**, und daher sowohl an dem Orte, der den Mond im Scheitelpunkte sieht, als auch an der entgegengesetzten Stelle, höher tritt, als an den übrigen Orten. Diese durch den Mond verursachte Ebbe und Fluth der Luft hat **d'Alembert** (Reflexions sur la cause generale des vents, Berlin, 1747. 4.) mit seiner bekannten mathematischen Einsicht untersucht. Eine ähnliche, aber weit schwächere Wirkung, thut auch die Sonne. Einflüße dieser Ursachen in den Stand des Barometers sind von **Toaldo** (Novæ tabulæ barometri æstusque maris. Patav. 1773. 4.) beobachtet worden, besonders, daß die Barometerhöhen immer etwas grösser sind, wenn der Mond in der Erdferne und in den Quadraturen ist, kleiner hingegen, wenn er sich in der Erdnähe und in den Syzygien befindet.

Uns zeigt sich der Luftkreis als eine blaue Wölbung, welche bald mehr, bald weniger Durchsichtigkeit hat, s. **Himmel**.

Aeltere Schriftsteller, z. B. **Seneca** (Quaest. nat. II. 10.), **Varenius** (Geogr. gen. Cap. XIX. prop. 18.), **Guericke** (De Spatio vacuo L. V. c. 9.) theilen den Luftkreis in drey Regionen. Die untere soll bis dahin gehen, wo die Erwärmung durch zurückgeworfene Sonnenstralen aufhört (bestimmter ließe sich dafür die beständige Schneegrenze setzen, s. **Berge**): die mittlere soll bis an die Gipfel der höchsten Berge, oder nach andern bis an die höchsten Wolken reichen, die obere aber sich bis ans Ende der Atmosphäre erstrecken. Diese obere Region hält Seneca für die wärmste, aus dem irrigen Wahn, daß sich über der Luft das Feuer aufhalte.

Der Luftkreis ist die große Werkstätte, in welcher die Natur alle die wichtigen Veränderungen hervorbringt, die unter dem Namen der Meteore oder Lufterscheinungen bekannt sind. Die Betrachtung derselben macht einen besondern Abschnitt der physischen Erdbeschreibung aus, s. Meteore, Meteorologie, nebst den übrigen zahlreichen Artikeln, auf welche bey diesen Worten verwiesen wird. Von den Mitteln, welche die Natur zur Reinigung der Atmosphäre anwendet, s. Gas, atmosphärisches (Th. II. S. 357 u. f.)

Kästner Anfangsgr. der Aerometrie in d. Anfgr. der angew. Math. II. Th. 1 Abth.

Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel aus d. holländ. durch Kästner. Erster Theil, Cap. 19.

Torb. Bergmanns phys. Beschreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. durch Röhl. II. B. 4te Abtheil.

Brisson Dict. raiſ. de phyſique art. *Atmoſphère de la terre.*

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 711 u. f.

Luftpumpe, Antlia pnevmatica, *Machine pneumatique, Machine du vuide.* Ein Werkzeug, womit man die Luft in einem eingeschloßenen Raume so stark verdünnen, oder soviel davon herausschaffen kan, daß das übrige kaum mehr merklich ist. Man verstattet sich alsdann, den Raum für luftleer zu halten, und nennt die Operation selbst das Ausleeren, Auspumpen (evacuatio, exantiatio) der Luft. Zwar kan nie alle Luft ausgepumpt werden, welches doch eigentlich der Zweck dieser Operation ist; die Luftpumpen sind also nur in dem Grade vollkommner, in welchem sie diesem Zwecke näher kommen, oder die Luft stärker verdünnen.

Im weitläuftigern Sinne begreift das Wort Luftpumpe auch diejenigen Maschinen, welche die Luft verdichten, s. Compressionsmaschine. In diesem Verstande theilt man die Luftpumpen in Saug- und Druckpumpen ein.

Structur der Luftpumpe im Allgemeinen.

Das Wesentliche der meisten Luftpumpen besteht darinn, daß in einem hohlen metallnen Cylinder oder Stie-

fel AB, Taf. XIV. Fig. 10., ein genau anpassender Kolben oder Stempel aus Lederscheiben (Embolus, *Piston*) C mit Leichtigkeit hin und her geschoben werden kan, ohne doch an den Seiten einige Luft durchzulassen. Am Boden B wird mit der Höhlung des Cylinders durch ein Zwischenrohr EFG das Gefäß D verbunden, aus welchem die Luft ausgepumpt werden soll. Wird alsdann der Stempel von B bis A zurückgezogen, so verbreitet sich die in D enthaltene Luft vermöge ihrer Elasticität mit durch den Raum BA, und wird also dünner. Kan man nun den Stempel C dergestalt wieder zurücktreiben, daß die in BA enthaltene Luft nicht wieder nach D zurück geht, sondern durch einen andern Ausweg ins Zimmer oder in die Atmosphäre hinaus getrieben wird, so ist diese Luft aus D weggeschaft, und die in D zurück bleibende verdünnt. Ein zweyter Zug des Stempels wird sie noch stärker verdünnen, und das Zurücktreiben desselben wird wieder den Theil von ihr, der in BA übergetreten war, ins Zimmer überführen u. s. w. Durch fortgesetztes Hin und Herschieben des Stempels wird also die Verdünnung immer höher getrieben.

Es ist hiezu nöthig, daß beym Aufziehen des Stempels von B nach A, die Verbindung zwischen den Räumen BA und D offen, die mit der äussern Luft im Zimmer aber versperrt sey: da hingegen beym Zurücktreiben des Stempels von A nach B, die Verbindung zwischen AB und D versperrt, und die zwischen AB und dem Zimmer offen seyn muß. Man kan diese Absicht entweder durch **Hähne** (epistomia, *robinets*) oder durch **Ventile** (ventilia, *soupapes*) erreichen.

Hähne sind Körper von der Gestalt abgekürzter Kegel, gemeiniglich von Metall, welche durch ein Rohr oder einen Canal queer durchgesteckt, und in die Oefnung, in die sie passen, luftdicht eingeschliffen sind. So würden sie das Rohr verstopfen. Allein sie sind durchbohrt, bey den Luftpumpen gemeiniglich mit zween Canälen, deren einer queer durch den Körper des Hahns durchgeht, der andere aber an der Seite anfängt, und sich in der obern Grundfläche beym oder im Griffe des Hahns endigt. Steht nun

ein solcher Hahn bey E so, daß der queer durchgehende Weg in der Richtung FC liegt, so ist die Verbindung zwischen D und AB durch diesen Weg offen. Giebt man aber dem Griffe eine solche Stellung, daß der Eingang des zweyten Canals gegen C zu stehen kömmt, so ist die Verbindung zwischen D und AB versperrt, dagegen eröfnet der zweyte Canal nunmehr einen Weg, der aus dem Raume AB durch den Grif E ins Zimmer hinaus führt. Man darf also nur dem Griffe des Hahns beym Zurückziehen des Stempels jedesmal die erste, und beym Hineintreiben die zweyte Stellung geben, um die im vorigen angezeigte Absicht zu erreichen.

Ventile oder **Klappen** hingegen sind Vorrichtungen, wodurch eine Oefnung dergestalt verschloßen wird, daß ein flüßiges Wesen nach einer Richtung durch sie durchgehen kan, hingegen sich selbst den Weg versetzen muß, wenn es nach der entgegengesetzten Richtung wieder zurück will. Die einfachsten Klappen (*clapets*) sind lederne Deckel, die an der Oefnung auf einem Ringe aufliegen, und in einem Charniere auf und zu gehen. Strömt nun die flüßige Materie nach der einen Seite, so stößt sie sich selbst den Deckel auf, und öfnet den Weg; will sie aber nach der andern Seite zurück, so schlägt ihr Druck den Deckel zu, und sie verschließt sich selbst den Rückweg. Solche Klappen sind für das Wasser brauchbar, s. **Pumpen**. Für die Luft dienen besser die **Blasenventile**, Taf. XIV. Fig. 11., wo über der Oefnung des Rohrs ein metallner Ring EFGH liegt, der in der Mitte das Loch IK hat, über das ein Stück nasse Blase ABCD gespannt, und bey A, B, C, D, an den Ring so befestiget wird, daß es sich mit geringer Gewalt in die Höhe heben läst. Drückt nun die Luft aus der Oefnung IK gegen die Blase, so hebt sie die letztere ein wenig auf, und öfnet sich den Weg zwischen ihr und dem Ringe; will sie aber zurückgehen, so drückt sie die Blase gegen den Rand der Oefnung IK an, preßt sie in dieselbe hinein, und verschließt sich selbst den Rückweg. Wenn solche Blasenventile, eines im Boden des Stiefels bey B, Taf. XIV. Fig. 10, und eines im Stempel C (der zu dieser Absicht hohl seyn

muß) angebracht sind, die sich beyde gegen A zu öfnen lassen, so öfnet beym Zurückziehen des Stempels die Luft in D das Bodenventil B, und tritt in den Raum BA, beym Hineintreiben des Stempels hingegen kan sie nicht wieder zurück, muß also durch ihren Druck das Kolbenventil C öfnen, und durch den Kolben hindurch in den Theil A übertreten, aus welchem sie der nächste Rückzug des Stempels ins Zimmer treibt. Statt des Kolbenventils dient auch wohl eine lederne Scheibe, die über den Stempel hervorragt, beym Hineinstoßen sich an den Kolben anlegt, und der Luft Platz macht, beym Zurückziehen aber sich ausbreitet und den Weg versperret.

Dadurch theilen sich nun die Luftpumpen in zwo Hauptgattungen, die mit Hähnen, und die mit Ventilen. Die erstern gewähren den Vortheil, daß man sie zugleich als Compressionsmaschinen oder Druckluftpumpen zu Verdichtung der Luft im Raume D gebrauchen kan, wenn man mit den Stellungen des Hahns auf die der vorigen entgegengesetzte Art abwechselt. Alsdann wird beym Zurückziehen des Stempels der Stiefel mit dem Zimmer verbunden, und der Raum BA füllt sich mit atmosphärischer Luft; beym Hineintreiben wird die Verbindung zwischen den Stiefel und dem Gefäße D eröfnet, und die aus dem Zimmer eingezogne Luft in D hineingepreßt. Diesen Vortheil gewähren die Ventile nicht, weil sie sich ihrer Natur nach nur nach einerley Seite zu öfnen lassen. Auch sind die Hähne sicherer, und stellen der Luft einen Weg dar, der schon an sich offen ist, statt daß sie bey den Ventilen ihn erst selbst öfnen muß, wozu sie endlich bey sehr starker Verdünnung nicht mehr Kraft genug hat. Dieser letzte Umstand scheint den Hähnen einen beträchtlichen Vorzug vor den Ventilen zu geben.

Dagegen haben die Hähne die Unbequemlichkeit, daß man sie zwischen jeder Bewegung des Stempels anders stellen muß, welches die Operation aufhält. Man hat zwar Vorrichtungen, durch welche sich die Hähne beym Hin- und Herziehen der Stempel von selbst stellen; doch sind diese immer sehr zusammengesetzt. Wesentlicher aber

ist dieser Fehler der Hähne, daß sich zwischen E und B, oder zwischen dem Hahne und dem Stempel, immer ein kleiner Raum befindet, in welchem Luft von gleicher Dichte mit der äussern sitzen bleibt, die sich beym Aufziehen des Stempels durch den Stiefel und das Gefäß mit verbreitet, die Verdünnung vermindert, und also dem Zwecke der Operation entgegen ist. Es ist sehr schwer, diesen schädlichen Raum (spatium noxium) zwischen Stempel und Hahn zu vermeiden, zumal da sich auch die genauesten Hähne durch das öftere Drehen mit der Zeit ausschleifen.

Wenn der Hahn unmittelbar an B anschließt, und die Capacität des Gefäßes D nebst der Röhre GFE $= a$, der Raum des Cylinders AB aber $= b$ gesetzt wird, so dehnt sich auf den ersten Zug die in a enthaltene Luft durch den Raum $a+b$ aus, und erhält also die Dichte $\frac{a}{a+b}$, wenn ihre anfängliche Dichte $= 1$ war. Der zweyte Zug verdünnt sie wiederum in eben dem Verhältniße, und giebt ihr die Dichte $\left(\frac{a}{a+b}\right)^2$; so daß sie nach n Zügen noch die Dichte $\left(\frac{a}{a+b}\right)^n$ hat. Faßt z. B. das Gefäß nebst der Röhre 1 Cubikschuh, der Cylinder auch 1 Cubikschuh Raum, so sollte durch zehnmaliges Hin- und Hergehen des Kolbens die Luft im Gefäße auf die Dichte $(\frac{1}{2})^{10} = \frac{1}{4096}$ gebracht, oder 4096 mal verdünnt seyn. Auch zeigt die Formel, daß man die Luft nie ganz auspumpen könne, weil $\left(\frac{a}{a+b}\right)^n$ nie $= 0$ werden kan. Man sieht aber leicht, daß bey der Ausübung sehr große Abweichungen von dieser Regel vorkommen müssen. Hievon und von der Berechnung der Wirkungen verschiedener Luftpumpen wird man sich am besten aus Karsten (Lehrbegriff der gesammt. Math. VI Theil, Pneumatik, 4ter u. 6ter Abschnitt) unterrichten können.

Statt das Gefäß D unmittelbar bey G aufzuschrauben, pflegt man das Ende des Zwischenrohrs FG durch die Mitte eines messingenen Tellers zu leiten, auf den man eine gläserne Glocke (einen Recipienten) so setzt, daß zwischen ihrem Rande und dem Teller keine Luft durch kan. Man legt in dieser Absicht zwischen den Rand der Glocke und den Teller ein nasses Leder, oder noch besser zartes Leder in 1 Theil Terpentin und 1 Theil Baumwachs zusammengeschmolzen getränkt. Am besten schließen die unten abgeschliffenen Glocken auf einen mattgeschliffenen Teller mit etwas Baumöl ohne alles Leder. Man hat gar nicht nöthig, die Glocke zu befestigen; sie drückt sich durch ihr Gewicht an, und sobald durch einen oder etliche Züge die Luft unter ihr verdünnt ist, wird sie durch den Druck der Atmosphäre so fest, daß kein Mensch sie abzuheben vermag.

Dies ist das Wesentlichste, was die meisten Luftpumpen miteinander gemein haben. Aber es giebt kaum ein physikalisches Werkzeug, dessen Einrichtung so oft und so mannigfaltig abgeändert worden wäre, als die der Luftpumpe. Man hat daher sehr vielerley Arten derselben, Pumpen mit Hähnen oder Ventilen, einfache oder doppelte Pumpen; Pumpen mit Handhaben, Steigbügeln, Kurbeln, Kreuzwinden, Druckbalken ꝛc., Quecksilberpumpen, Pumpen ohne Kolben u. s. w. angegeben. Von allen diesen Erfindungen wird sich in den nachfolgenden Abschnitten am besten in chronologischer Ordnung reden lassen.

Geschichte der Luftpumpe bis auf Smeaton.

Als es durch Galilei Versuche, und noch mehr durch die Erfindung des Barometers, erwiesen war, daß sich luftleere Räume hervorbringen ließen, bedienten sich die Mitglieder der Akademie zu Florenz hiezu der torricellischen Röhre. Um mehr Raum zu erhalten, bliesen sie das verschloßne Ende dieser Röhre in Gestalt einer Phiole oder Kugel auf, die man am obern Theile öfnen konnte, um Körper von einiger Größe hineinzubringen. Sie verschlossen

dann die Kugel wieder, füllten alles mit Quecksilber an, und brachten das untere ofne Ende in ein Gefäß mit Quecksilber, worauf denn diese flüßige Materie in der aufgerichteten Röhre herabsank, und den obern Raum, wie im Barometer, luftleer ließ. Auf diese höchst unbequeme Art haben sie dennoch eine ziemliche Menge Versuche angestellt.

Um das Jahr 1650 aber erfand **Otto von Guericke**, churbrandenburgischer Rath und Burgemeister zu Magdeburg eine eigne weit bequemere Maschine zu Verdünnung der Luft in verschloßnen Gefäßen. Der hole metallne Cylinder AB Taf. XIV. Fig. 12. ist unten in AC umgebogen, daß sich in ihn bey C der gläserne Recipient D einsetzen, und luftdicht verkütten läßt. Am Halse des Recipienten ist bey E ein Hahn, den man verschließen kan, wenn man den Recipienten wieder von C abnehmen will. Bey G ist eine mit einer Klappe versehene Oefnung, durch welche die Luft in den Cylinder treten kan, wenn der Kolben I vermittelst der Stange IK gegen B zurückgezogen wird. Etwas höher bey H ist eine andere mit einem Ventil versehene Oefnung, durch welche die Luft ins Zimmer tritt, wenn man den Stempel von B nach A zurückstößt. Um den Hahn und die Stelle bey C vor dem Eindringen der äußern Luft zu bewahren, setzte Guericke den ganzen Apparat in ein Gefäß NOPQ, das er bis über E mit Wasser füllte. Der Stempel ward am Griffe LM von zween Personen hin und her bewegt, wobey allenfalls beym Zurückziehen noch zween andere an Stricken zogen, welche an den Grif gebunden waren. Die Ventile waren von Leder.

Durch diese Maschine gelang es Guericken, wiewohl mit Mühe, eine hohle Kugel ziemlich luftleer zu machen, und viele Versuche anzustellen, welche die Schwere und Federkraft der Luft bewiesen. Diese Versuche wurden bald bekannt, und er selbst zeigte sie 1654 in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. und einiger deutschen Fürsten auf dem Reichstage zu Regensburg. Der Kurfürst von Mainz und Bischof von Würzburg **Johann Philipp**

erhielt von ihm eine solche Maschine, welche der Jesuit **Caspar Schott** (Mechanica hydraulico-pnevm. Herbip. 1657. 4. in Append. unter dem Titel: Experimentum novum Magdeburgicum) zuerst beschrieben hat. Dies alles sind unbezweifelte Thatsachen, und so sollte der durch die Luftpumpe ausgeleerte Raum billig die guerickische Leere (Vacuum Guerickianum) genannt werden.

Durch Schotts angeführtes Buch lernte **Robert Boyle** in England diese Maschine kennen, und brachte nebst dem D. Hook bey derselben beträchtliche Verbesserungen an, die er schon 1659 beschrieb (New experiments physico-mechanical, touching the spring and weight of the air. Oxford. 1669. und lateinisch: Noua exp. physico-mech. de vi aëris elastica in Opp. To. I.). Boyle gab der Maschine ein Fußgestell, stellte den Cylinder darauf senkrecht, und versahe die darauf gekittete Glaskugel mit einem metallenen Deckel mit eingeschliffenem Stöpsel, dadurch man sie öfnen, und was man wollte, hineinbringen, auch an einem inwendig befindlichen Hacken aufhängen konnte, ohne die Kugel abzunehmen. Der Stempel geht von unten in den Cylinder hinein, und hat eine gezahnte Kolbenstange, in die ein Getrieb eingreift, das man mit einer Kurbel umdreht. Durch diesen von Hook angebrachten Mechanismus, der die Fuhrmannswinde nachahmt, wird die Kraft so verstärkt, daß eine einzige Person den Stempel ganz leicht auswindet. Am obern Theile des Cylinders ist ein Loch mit einem eingeschliffenen metallnen Stöpsel, und am Halse der Kugel ein Hahn, wie bey Guericke. Das äussere Ansehen dieser Pumpe zeigt Taf. XIV. Fig. 13. Oefnet man den Hahn, und windet den Stempel herab, so wird die Luft in der Kugel verdünnt; verschließt man dann den Hahn, und öfnet das Loch im Cylinder, so wird durch das Herauswinden des Stempels die aus der Kugel gezogne Luft ins Zimmer getrieben.

Diese Luftpumpe läßt sich auch als Compressionsmaschine gebrauchen, wenn man beym Herabwinden das Loch

öfnet und den Hahn verschließt, beym Aufwinden hingegen das Loch verstopft und den Hahn öfnet. Ueberdies hat sie eine bequemere Gestalt, erfordert weniger Kraft, und erleichtert das Einbringen anderer Körper in die Kugel mehr, als die guerickische. Diese Vortheile, ihre frühzeitige Bekanntmachung und die Menge lehrreicher Versuche, welche Boyle damit anstellte, machten, daß dieser von seinen Landsleuten für den Erfinder der Luftpumpe gehalten, und der luftleere Raum in seiner Kugel die **boylische Leere** (Vacuum Boylianum) genannt ward. Er gesteht aber selbst die Erfindung Guericken zu, den er (Nov. exp. phys. mech. in prooem.) mit vielem Lobe nennt.

Guericke selbst setzte doch an dieser boylischen Einrichtung aus, daß durch die angebrachte Winde zu viel Zeit verlohren gehe, und die äussere Luft nicht genug abgehalten werde. Dies letztere sieht auch Boyle selbst für die größte Schwierigkeit an, und gesteht, daß hiebey fast alles auf die Geschicklichkeit des Künstlers ankomme. Guericke, der das Wasser als das beste Gegenmittel dafür ansahe, erfand noch vor dem Jahre 1663 zwey andere Einrichtungen. Die eine derselben ist zwar sehr zweckmäßig, aber auch ungemein beschwerlich, weil sie zwey über einander gelegne Zimmer erfordert. Sie wird vom **P. Schott** (Technica curiosa. Herbip. 1664. 4. L. I.) nebst der ersten guerickischen Luftpumpe unter dem Titel: Mirabilia Magdeburgica beschrieben. Guerickens zwote neuere Einrichtung ist einfacher und der boylischen ähnlich; nur wird der Stempel nicht gewunden, sondern durch einen Hebel bewegt, und an der Stelle, wo der Hals der Kugel in den Cylinder eingelassen ist, befindet sich ein Gefäß, um durch hineingegoßnes Wasser die Luft von dieser Stelle und vom Hahne abzuhalten. Guericke selbst beschreibt alle diese Erfindungen und die damit angestellten Versuche in einem merkwürdigen Buche, das zwar schon am 14ten März 1663 fertig war, aber erst später heraus kam. (*Ottonis de Guericke* Experimenta noua Magdebur-

gica de vacuo spatio. Amstel. 1672. fol. Lib. III. cap. 2. sqq.)

Die deutschen Physiker behielten die erste höchst einfache guerickische Luftpumpe bey, indeß man sich in England der boylischen bediente. **Johann Christoph Sturms** Luftpumpe (Collegium curiosum, Norimb. 1676, 4. Tentam. XIII. p. 100. sqq.) ist der guerickischen Taf. XIV. Fig. 12. gleich; nur ist das Ventil H in den Stempel gebracht, der in dieser Absicht hohl ist. Auch ist die Stempelstange hohl, und die Luft geht durch dieselbe zu einer nicht weit vom Handgriffe LM befindlichen Oefnung ins Zimmer heraus.

Einige beträchtliche Verbesserungen der boylischen Einrichtung machte der französische Arzt **Dionysius Papin** (Nouvelles experiences du Vuide. à Paris, 1674. 4. und noch mehr in A continuation of the new Digester of bones, Lond. 1687. 4. s. auch Acta Erud. Lips. 1687. mens. Jun. p. 324. sqq.). Er verwarf die Winde ebenfalls wegen der Langsamkeit der Züge, und brachte dafür an die Kolbenstange einen Steigbügel an, den man mit dem Fuße niedertrat. Statt des Hahns legte er ein Blasenventil ans Ende des Communicationsrohrs, und bediente sich zuerst des **Tellers**, daher er sich nicht mehr auf Kugeln einschränken durfte, sondern cylindrische und glockenähnliche Gefäße aufsetzen konnte. Dies erleichterte die Anstellung der Versuche, und verschafte ihm Mittel, die Körper unter dem Recipienten ohne Einlassung der Luft zu bewegen.

Nach diesen Vorgängern brachte der Professor **Wolferd Senguerd** zu Leiden die so berühmt gewordene senguerdische oder **Luftpumpe mit dem schiefliegenden Cylinder** zu Stande; welche er schon 1685 (Philosophia naturalis, Lugd. Bat.) angegeben, aber nach seiner Nachricht (Rationis atque experientiae connubium. Ed. 3tia. Roterod. 1715.) erst im Jahre 1697 mit Hülfe eines Künstlers vollendet hat. Sie ist in Deutschland durch **Wolfs** vortrefliche Beschreibung (Nützliche Versuche, Halle, 1721. 8. I Theil. S. 112. u. f.), die man als ein Muster

in diesem Fache ansehen kan, sehr bekannt geworden. Es ist eigentlich die Beschreibung derjenigen Maschine, die Wolf selbst besaß, und die von **Leupold** in Leipzig 1718 verfertiget war. Eine andere von Johann von Musschenbroeck, dem Bruder des bekannten Physikers, gearbeitete, die von jener nur in den Abmessungen und wenigen Nebenumständen abweicht, kam aus dem Nachlasse des Prof. Heinsius an den verstorbnen D. Ludwig, und befindet sich jetzt in der zum Gebrauch bey hiesiger Universität angekauften Sammlung.

Die senguerdische Luftpumpe ist Taf. XIV. Fig. 14. abgebildet. Ihr Cylinder AB ruht auf dem Gestell CD in schiefer Lage, und wird durch das Rohr GEF mit dem Teller verbunden. Am Boden des Cylinders ist der Hahn H. In die gezahnte Stempelstange K greift ein Getriebe an der Axe I, wodurch vermittelst des Kreuzhaspels LMNO der Stempel aus- und eingewunden wird. Der Hahn H ist doppelt durchbohrt, wie Fig. 15 deutlicher zeigt, einmal bey Q senkrecht durch seine Axe, dann aber auch nach der Richtung der Axe TS selbst, von oben nach unten, jedoch, daß dieser Canal nicht völlig den durch Q gebohrten Weg erreicht, sondern sich bey S seitwärts nach R wendet. Die Oefnungen Q und R liegen in einer auf die Axe senkrechten Ebne. Der Grif des Hahns wird mit dem Wege durch Q parallel gesetzt. Steht er alsdann so, wie Fig. 14., so ist der Weg aus der Glocke in den Cylinder offen, und die Luft kan bey ausgewundenem Stempel aus jener in diesen hineintreten. Dreht man aber den Hahn so weit, daß der Grif einen Quadranten durchläuft und sich seitwärts kehrt, so hängt der Cylinder mit dem Canal RST, Fig. 15., zusammen, durch welchen die Luft beym Hineinwinden des Stempels ins Zimmer übergeht. Der Canal ST kan nach Gefallen mit dem Stöpsel P, Fig. 14. verschlossen werden. Diese Einrichtung der Luftpumpe ist auch von Teichmayer (Elem. Philos. natur. exp. Jenae 1717. p. 144.) und von **Leupold** (Deutl. Beschreib. der sogenannten Luftpumpe, Leipz. 1707., nebst zwey Fortsetz. 1711. und 1714. 4.) beschrie-

ben. Sie hat, wie die boylische, den langsamen Kolbenzug: läßt aber, wegen der fast horizontalen Stellung, einen längern Cylinder zu, und dient auch als Compressionsmaschine.

Weil bey allen diesen Maschinen blos der Auszug des Stempels die Luft verdünnt, das Hineintreiben aber eine vergebliche Pause veranlaßt, so erfand Hawksbee (Physico-mechanical experiments on various subjects. London, 1709. 4. s. auch Act. Erud. Lips. Suppl. To. V. p. 403.) die doppelte Luftpumpe oder die mit doppeltem Stiefel, welche die Luft ununterbrochen verdünnet, indem der Kolben im andern Stiefel zugleich ausgezogen wird, wenn man den im ersten hineintreibt. Beyde Stiefel stehen neben einander, die bezahnten Kolbenstangen gehen von oben hinein, und zwischen beyden liegt ein Getrieb oder Stirnrad, das durch eine Kurbel umgedreht wird. Man dreht die Kurbel abwechselnd vor- und rückwärts, jedesmal so weit, bis die Kolben die ganze Länge der Stiefel durchlaufen haben. Unten am Boden sind beyde Cylinder durch ein enges Rohr vereiniget, aus welchem ein anderes enges Rohr bis in die Mitte des Tellers heraufgeht. Der Boden der Cylinder steht in einer zwey Zoll hohen Cisterne mit Wasser, um die äussere Luft abzuhalten. Die Kolben sind mit Blasenventilen versehen, über welche ebenfalls Wasser gegossen wird. Das Gestell ist ein Tisch mit vier Füßen, auf dessen Blatte die Cylinder nebst einigen Säulen stehen. Vier dieser Säulen tragen den Teller, und zwo ein Querstück, in welchem die Axe des Getriebes oder Stirnrads ruht.

Um die Behandlung dieser Pumpe noch mehr zu beschleunigen, brachte Leupold (Deutl. Beschr. der Luftpump. Erste Forts. 1711. 4. und Act. Erud. Lips. 1713. mens. Febr. p. 95. sq.) statt der bezahnten Stangen mit dem Getriebe, einen starken Wagbalken an, an dessen beyden Enden die Kolbenstangen, wie bey den großen Feuerspritzen, hängen. Dieser Balken ist nur so lang, als die Entfernung der Kolbenstangen vom Mittel es erfordert,

an seiner Axe aber steckt ein etwas längerer Balken oder Hebel mit dem vorigen parallel, dessen beyde Enden man mit den Händen angreifen, und so durch abwechselndes Heben und Niederdrücken die Kolben in Bewegung setzen kan. Diese Kolben sind ebenfalls mit Ventilen versehen, bey welchen aber Leupold eine vortheilhaftere Einrichtung angebracht hat. Der Mechanismus dieser Pumpe ist sehr einfach, erfordert keinen großen Aufwand, und beschleuniget die Operation so, daß sie ganz unstreitig zu geschwinden Versuchen, die keinen hohen Grad der Verdünnung erfordern, die bequemste bleibt. Auch fällt die äussere Form, die ihr Leupold in der Folge gegeben hat, sehr gut ins Auge. Man findet sie Taf. XIV. Fig. 16. abgebildet. Aber sie dient nicht zu genauen Arbeiten, weil sie, wie alle Ventilpumpen, die Luft nur so lang verdünnt, als dieselbe noch Kraft behält, sich die Ventile zu öfnen. Ueberdies bewegen sich die Enden des Wagbalkens im Bogen, drücken daher nicht senkrecht auf die Kolbenstangen, und schieben die Stempel nach schiefen Richtungen.

s'Gravesande beschreibt (Elem. Philos. nat. math. To. II. L. IV. c. 4.) zwo Einrichtungen der Luftpumpe, von welchen auch Johann von Musschenbroek (Beschreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, übers. von J. C. Thenn, Leipz. 1765. 8. französisch als ein Anhang beym Essai de physique par *P. van Musschenbroeck*, traduit par *Massuet*. Paris. 1739.), der sie selbst verfertiget hatte, Nachricht giebt. Die Absicht ist, Hähne zu gebrauchen, die sich aber beym Hin- und Herziehen des Kolbens von selbst in die gehörige Stellung setzen, und dadurch die Zeit ersparen sollen, die sonst auf das Stellen bey jedem Zuge verwendet wird. Die erste dieser s'Gravesandischen Pumpen ist eine doppelte, an der man die bezahnten Kolbenstangen durch ein Stirnrad bewegt, dieses aber durch eine gleichförmige Druckstange hin und her treibt. Die beyden Cylinder stehen, und sind mit dem Teller so, wie bey der leupoldischen Pumpe, verbunden. Jeder Cylinder hat unten seinen eignen, auf doppelte Art durch-

bohrten Hahn, und beyder Hähne Griffe sind durch eine horizontale Stange so verbunden, daß sie sich allemal zugleich bewegen. An der Axe des Stirnrads hängt ein Schwengel, der sich in zwey Arme spaltet, und wenn das Rad hin und her gedreht wird, wie ein Pendel schwingt. Aus der Mitte der Stange, welche die Hähne verbindet, geht eine Vorrichtung heraus, welche beym Anfange jedes neuen Zuges von einem der Arme des Schwengels ergriffen wird, und auf solche Art beyde Hähne zugleich umdreht. So stellen sich gleich im Anfange des Zuges die Hähne gehörig, und behalten diese Stellung im Fortgange des Zuges, weil der Arm des Schwengels die Vorrichtung bald wieder fahren läßt. Die zwote Pumpe des s'Gravesande ist eine einfache, sonst der vorigen ähnlich, nur daß der Cylinder schief liegt, und statt des Stirnrads, weil man nie eine ganze Umdrehung braucht, nur ein bezahnter Cirkelsector angebracht ist. Diese Pumpen sind aber sehr zusammengesetzt, und darum nicht allein kostbar, sondern auch vielen Beschädigungen unterworfen. So weit sich die Verdünnung damit treiben läßt, so versichert doch **Musschenbroek** (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2120.), daß schon 1680 sein Vater und dessen Bruder Luftpumpen von besserer Wirkung, als die doppelte gravesandische, gehabt hätten.

Der Abt **Nollet** (Mém. sur les instrumens, qui sont propres aux experiences de l'air in d. Mém. de l'Acad. des sc. de Paris, ann. 1640. 1641. ingl. Leçons de Phys. exp. T. III. Leç. X.) beschreibt, ebenfalls mit einer musterhaften Genauigkeit, zwo von ihm ausgedachte Einrichtungen der Luftpumpe, eine einfache und eine doppelte. Die einfache hat vorzüglichen Beyfall erhalten. Ihr Cylinder steht senkrecht, und der Stempel geht, wie bey der boylischen, von unten hinein, wird aber nicht gewunden, sondern an einem an der Kolbenstange befindlichen Steigbügel mit dem Fuße herabgetreten, und durch eine aufwärts gebogne Stange an einem Handgriffe mit der Hand wieder aufgezogen. Ueber dem Cylinder befindet sich, wie bey Boyle, ein Hahn, jedoch ist hier das Loch

im Cylinder, Taf. XIV. Fig. 13., nicht nöthig. Vielmehr ist der Hahn, wie der senguerdische, doppelt durchbohrt, so, daß man durch abwechselnde Stellung des Grifs entweder den Cylinder mit dem Teller, oder mit der äussern Luft, verbinden kan. Man muß also jedesmal vor dem Niedertreten den Grif in die eine, und vor dem Aufziehen in die andere Stellung bringen. Vor der Oefnung, die aus dem Hahne in die freye Luft führt, liegt ein Ventil, das die Luft zwar heraus, aber nicht hinein läßt. Dieses hat die Absicht, das Aufziehen des Stempels zu erleichtern. Wenn man nemlich den Stempel niedergetreten hat, so ist der Cylinder mit sehr verdünnter Luft angefüllt. Oefnet man nun den Hahn, so tritt, wenn kein Ventil da ist, eine Menge Luft aus dem Zimmer in den Stiefel, die man durchs Aufziehen erst wieder herausschaffen muß. Liegt aber das Ventil vor, so bleibt der Stiefel fast luftleer, und der Druck der Atmosphäre von unten auf treibt den Kolben von selbst wieder zurück, daß also die Hand nur nachhelfen und ihn vollends ganz herausziehen darf. Ein solches Ventil hatte auch schon s'Gravesande bey seinen Hähnen angebracht. Man findet diese Pumpe sehr häufig in den Instrumentensammlungen der Physiker, und sie läßt sich, wenn das Ventil im Hahne weggenommen wird, auch als Compressionsmaschine gebrauchen.

Nollets **doppelte Luftpumpe** ist weit zusammengesetzter. Sie hat zween nebeneinander stehende Cylinder, in welche die Kolben mit bezahnten Stangen von unten hineingehen, und durch ein Stirnrad mit einer langen Kurbel bewegt werden. Oben liegt zwischen den beyden Cylindern ein Hahn, der so durchbohrt ist, daß er beym Hin- und Herwenden abwechselnd bald den einen bald den andern Cylinder mit der Glocke verbindet. Die Kurbel an der Axe des Stirnrads hat am Ende einen Zapfen, der beym Anfange jedes neuen Zuges den Grif des Hahns ergreift, mit sich fortführt, und dadurch dem Hahne die gehörige Stellung giebt. Dabey sind die Kolben mit ihren Stangen so verbunden, daß sie sich nicht gleich fortschieben,

wenn die Stange bewegt wird, sondern erst noch eine Zeitlang still stehen, bis zuvor der Hahn in seine gehörige Stellung gebracht ist. Der Mechanismus hiezu ist zu weitläuftig, als daß hier der Raum eine Beschreibung davon verstattete. Auch ist diese Luftpumpe außerhalb Frankreich nicht in Gebrauch gekommen.

Durch die senguerdischen, gravesandischen und nolletschen Luftpumpen ward der Gebrauch der Hähne auf dem festen Lande fast allgemein eingeführt: nur in England blieben die Ventile des Hawksbee mehr gewöhnlich, die auch wirklich vor den Hähnen viel Bequemlichkeit voraus haben. Die nun folgende Einrichtung hatte vornehmlich zur Absicht, den Mängeln dieser Ventilpumpen abzuhelfen.

Smeaton's Luftpumpe, und deren Verbesserungen.

Der englische Künstler **John Smeaton** gab im Jahre 1759 (A letter - concerning some improvements made in the Air-Pump. Philos. Trans. Vol. XLVII. no. 69.) eine von ihm erfundene Luftpumpe an, die wegen des bequemen Gebrauchs ihrer Ventile sowohl zur Verdünnung als zur Verdichtung der Luft, und wegen der leichten Bewegung des Kolbens alle vorige übertraf. Sie ist auch von **Kästner** (Anfangsgr. der Aerometrie §. 50. u. f.) und **Karsten** (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. VI. Pneumatik. V. Abschn. §. 85. u. f.) umständlich beschrieben und abgebildet worden.

Diese Luftpumpe hat einen aufrechtstehenden Cylinder A B, Taf. XV. Fig. 17., in welchen der Kolben von oben hinein geht. Die Kolbenstange ist über doppelt so lang, als der Cylinder, und nur am obern Theile bezahnt. Um der äussern Luft den Zugang zum obern Theile des Cylinders zu verwehren, ist dieser bey A O mit einem Deckel verschlossen, durch welchen die Kolbenstange luftdicht durchgeht. Das Gestell dieser Pumpe ist ein Tisch mit vier Füßen, zwischen welchen der bis ins Tischblatt reichende Cylinder fest ist. Auf dem Tischblatte

stehen sechs Säulen, alle noch um etwas höher, als die Füße des Tisches: zwo davon tragen ein Queerband, das der Axe des Getriebes zur Unterlage dient, die vier übrigen tragen den Teller mit der Glocke. Das Getriebe wird mit einer Kurbel umgedreht.

Der Kolben hat ein Ventil, welches die Luft nur nach oben durchläßt: ein ähnliches ist im Boden des Stiefels, aus dem Rohr CD fortgeht. Gienge dieses Rohr ohne Unterbrechung bis zum Teller, und wäre der Cylinder oben bey AO offen, so würde die Pumpe zur Verdünnung der Luft dienen. Damit sie nun auch zur Verdichtung diene, ist die Röhre CD bey D durch einen Hahn EFGH unterbrochen, dessen Kopf K mit drey Griffen oder Schweifen, wie KL, versehen ist.

Die innere Einrichtung dieses smeatonschen Hahns zeigen Fig. 18 und 19., welche horizontale Durchschnitte durch ihn vorstellen. So ist Fig. 18. CD das Rohr; der äussere Ring die Hülse des Hahns, die innere Kreisfläche der Körper desselben, welchen Fig. 19. noch einmal besonders vorstellt, alles im Durchschnitte durch die Axe des Rohrs CD. Die unbewegliche Hülse hat drey Oefnungen bey D, N und M. Die bey D steht an der Röhre CD, von M geht eine Röhre hinauf in den Teller, von N eine andere in den obern Theil des Cylinders, wie es bey OPQ, Fig. 17. vorgestellt ist. Der Körper des Hahns, Fig. 19. ist auch an drey Stellen 1, 2, 3, durchbohrt, welche an die Oefnungen der Hülse D, N, M passen. Von 1 bis 2 geht ein Canal durch den Hahn; von 3 ein anderer nach der Mitte zu, der sich aber bey Y aufwärts biegt, und oben hinaus geht, wie Fig. 17. bey DYZ vorstellt. Mit den Linien V1, V2, V3 stehen die drey Griffe des Hahns parallel.

Steht nun der Hahn, wie bey Fig. 18., so ist D mit M, d. h. der Cylinder mit dem Teller und der Glocke, bey N aber durch 3 der obere Theil des Cylinders mit der äussern Luft verbunden. So wird durch Auf- und Abwinden des Kolbens die Luft unter der Glocke verdünnt. Deswegen wird der mit V1 parallelle Grif des

Hahns, der hiebey gegen den Cylinder gekehrt werden muß, mit dem Buchstaben E (Exantlation) bezeichnet.

Der mit V 3 parallele Grif hat den Buchstaben C (Compression). Wird dieser gegen den Cylinder gekehrt, so trift 3 auf D, 1 auf M, 2 auf N. Also ist M mit N, d. h. der obere Theil des Cylinders mit dem Teller und der Glocke, bey D aber durch 3 der untere Theil des Cylinders mit der äussern Luft verbunden. So füllt sich beym Aufwinden des Kolbens der Stiefel von unten mit atmosphärischer Luft; diese wird beym Niederstoßen durch das Kolbenventil durchgetrieben, und beym folgenden Aufwinden durch das Rohr OPQ. Fig. 17., den Hahn und das in den Teller gehende Rohr, in die Glocke gepreßt. Durch Fortsetzung der Operation wird also die Luft unter der Glocke verdichtet.

Der dritte mit V 2 parallele Grif ist ohne Zeichen. Kehrt man ihn gegen den Stiefel, so trift 3 auf M, d. h. die Glocke selbst wird mit der äussern Luft verbunden. Diese Stellung ist das Mittel, die Luft wieder unter die Glocke zu lassen, wenn sie ausgeleert, oder sie herauszulassen, wenn sie comprimirt war.

Diese sinnreiche Einrichtung des Hahns macht die Pumpe, ob sie gleich Ventile hat, dennoch zur Verdichtung der Luft geschickt. Einen andern Vorzug erhält sie durch den geschlossenen Deckel AO, Fig. 17., wo an der Oefnung O ein drittes Ventil vorliegt, welches keine Luft in den Stiefel hinein, wohl aber heraus läßt. Nemlich beym Verdünnen sowohl, als beym Verdichten ist immer nur nöthig, daß bey O Luft ausgehe, niemals daß sie eingehe. Die eingehende Luft aber ist in beyden Fällen hinderlich. Beym Verdünnen kömmt sie aus dem Zimmer hinein, hat also gleiche Dichte mit der äussern, und drückt den Stempel mit dem ganzen Gewichte der Atmosphäre nieder. Beym Verdichten tritt sie aus der Glocke hinein, wo sie schon stark verdichtet ist, und also dem Stempel mit einer starken Federkraft widersteht, welches man großentheils vermeiden kan, wenn man das Eindringen abhält. Dies er-

leichtert also den Kolbenzug, doch hatten schon s'Gravesande und Nollet diesen Vortheil bey ihren Pumpen angebracht.

Endlich hat auch Smeaton die Ventile selbst beträchtlich verbessert. Er giebt dem Bodenventile die Taf. XIV. Fig. 11. vorgestellte Einrichtung, da Hawksbee sich begnügt hatte, blos einen Streif Blase, in Gestalt eines Rechtecks, über die Oefnung des Ringes zu spannen. Der Boden des Stiefels hat unten eine runde Vertiefung FS, Taf. XV. Fig. 17., deren Oefnung dreymal weiter ist, als die Röhre CD. Dadurch wird der Druck der Luft gegen das Ventil 9 mal stärker als sonst. Damit aber dieser Druck die Blase nicht sprenge, liegt über FS eine metallne Platte, in deren Mitte sich das Taf. XIV. Fig. 11. vorgestellte zarte Netz von 7 Sechsecken befindet. Ueber diese Platte und dieses Netz ist die Blase in der Form ABCD gespannt. Die Bogen EFGH sind ein wenig erhöht, damit der Stempel, wenn er unten angedrückt wird, die Blase nicht beschädige. Im Kolben ist in der Mitte der ebnen und glatten Grundfläche die Oefnung c, Taf. XV. Fig. 17., über der das Kolbenventil liegt. Durch den obern Theil des Kolbens gehen die Gänge m und n, um die Luft hinaufzulassen. Wenn hiebey auch ein Theil der im Cylinder befindlichen Luft unterhalb des Kolbens sitzen bleibt, so kan derselbe doch nicht mehr betragen, als was den kleinen Canal c ausfüllt. Wäre das Ventil O nicht da, und also der Gang mn mit äusserer Luft angefüllt, so hätte diese zwischen Boden- und Kolbenventil steckende Luft gleiche Dichte mit der äussern. Da aber O alle äussere Luft abhält, also der obere Raum fast luftleer ist, so wird die Luftportion in c das Kolbenventil so lange heben und sich ausbreiten, bis sie nur noch gleiche Dichte mit der Luft unter der Glocke hat.

Wie viel dies helfe, kan man so übersehen. Der Canal c fasse den 100sten Theil der ganzen Capacität des Stiefels. Bleibt er mit Luft von der Dichte der äussern erfüllt, so dehnt sich diese beym Aufwinden des Kolbens durch den 100fachen Raum aus, wird also 100mal dünner. Ist nun die unter der Glocke auch schon 100mal verdünnt,

so geht nichts mehr durchs Bodenventil, weil auf beyden Seiten gleich dichte Luft liegt, und es ist alles weitere Pumpen vergeblich. Ist aber das Ventil O da, so wird die schon 100mal verdünnte Luft in c noch 100mal verdünnt, und nun kan die 100mal dichtere Luft im Rohre CD das Bodenventil gar wohl noch öfnen. Man muß noch in Anschlag bringen, daß auch oben zwischen dem Kolben und dem Ventil O Luft sitzen bleibt, welche die Dichte der äussern hat. Verhalten sich die kleinen Räume bey O und bey c zum ganzen Kolbenzuge wie $\frac{1}{m}$ und $\frac{1}{n}$ zu 1, so kan man die Verdünnung der Luft nicht über das $m \times n$ fache treiben.

Smeaton berichtet, er habe durch diese Maschine die Luft bey reiner Zusammensetzung gewöhnlich 1000mal, und allezeit wenigstens 500mal verdünnen können. Dennoch ist sie nicht häufig verfertiget worden, und Priestley (Philos. Trans. Vol. LXIV. P. I. n. 8.) beklagte sich, daß kein englischer Künstler solche Luftpumpen baue, zu einer Zeit da Kampe in Göttingen deren schon drey vollendet hatte. Einige Verbesserungen ihrer Einrichtung hat Leiste (Beschreibung einer neuen Luftpumpe, Wolfenbüttel, 4.) angegeben.

Nach den von Nairne und Blunt angebrachten Verbesserungen beschreibt diese smeatonsche Luftpumpe Herr Lichtenberg (Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. vierte Aufl. Göttingen 1787. 8. nach der Vorrede S. XL. u. f.). Ihren äusseren Bau nach dieser Art sieht man Taf. XV. Fig. 20. Die Einrichtung des Stiefels DE, und der Mechanismus der Kolbenzüge mit der Kurbel B und Zahnstange C bleibt ungeändert, auch geht aus des Stiefels unterm Theile das Rohr edc in das metallne Stück cb, welches wie eine Stange aussieht, aber eigentlich eine Röhre ist, deren Ausgang sich in das Loch des Tellers a öfnet: aus dem obern Theile aber führt die Röhre gh durch den eben so geformten Canal ok in den Teller. Nun ist aber der smeatonsche unten liegende Hahn in zween gewöhnliche senguerdische Hähne verwandlet, die zu mehrerer Bequemlichkeit oben

bey m und n angebracht sind. Wenn diese Hähne, wie in der Figur, stehen, so ist der Canal cb mit der Glocke verbunden; ok aber von der Glocke abgeschnitten, und dagegen mit der Büchse i verbunden, aus welcher auf der abgewandten Seite ein Loch in die freye Luft geht. So saugt der Kolben beym Aufwinden Luft aus der Glocke durch abcdeE, und treibt die über ihm befindliche durch Dghi ins Freye. Dies bewirkt **Verdünnung**. Werden aber die Hähne um ¼ des Cirkels gedreht, so ist der Canal cb von der Glocke abgeschnitten, und mit der freyen Luft verbunden; ok aber steht jetzt mit der Glocke in Verbindung. So saugt der Kolben beym Aufwinden durch mcdeE äussere Luft ein, die beym Niedertreiben über ihn tritt, und beym folgenden Aufwinden durch Dghka unter die Glocke getrieben wird. Dies giebt die **Verdichtung**. Auf den Hähnen und ihren Hülsen sind Striche mit E und C bezeichnet, welche Merkmale geben, wie die Hähne stehen müssen, um zu exantliren oder zu comprimiren. Man sieht leicht, daß man durch diese Hähne auch äussere Luft zur Glocke zu, oder aus ihr ablassen könnte; um aber die Hähne zu schonen, ist zur Seite des Canals ok die luftdichte Schraube k angebracht, die man öfnen und so die Glocke mit der äussern Luft verbinden kan.

Die Ventile haben statt der Blasen ein angeschraubtes Stück **Wachstaffet** mit vier Zirkeln. Der Kolben besteht aus zweyen Stücken, wovon das untere gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere schief durchbohrt ist. Beyde schließen am Rande mit zwischenliegendem Leder fest an einander; in der Mitte aber lassen sie zwischen sich einen kleinen Raum, damit sich das Ventil heben könne. Die Vorrichtungen bey G und bey sqr dienen, die Elasticität und Menge der unter der Glocke zurückbleibenden Materie zu messen, s. **Elasticitätszeiger, Birnprobe**. Diese Luftpumpe, von **Nairne** gearbeitet, kostete ohne den mindesten Apparat, in London auf der Stelle, 38 Pfund Sterling, oder 218 Thlr. 12 Ggr.

Sie hat noch immer den Fehler, daß ihre Wirkung aufhört, wenn die schon sehr verdünnte Luft nicht mehr

Kraft genug hat, das Ventil zu öfnen. In dieser Absicht haben die Herren Haas und Hurter ein Pedal am Boden des Stiefels angebracht, mittelst dessen das Bodenventil durch Treten geöfnet, und der Luft, so dünn sie auch sey, der freye Durchgang verstattet wird. Beyder Einrichtungen gehen darinn von einander ab, daß Hurter den geölten Taffet des Ventils an einen Rahmen befestigt, den man durch den Tritt in die Höhe hebt, Haas hingegen den Boden des Stiefels gleichsam zum Embolus einer zweyten kleinen Luftpumpe macht, und durch das Pedal herabtreten läßt. Beschreibungen von beyden geben **Cavallo** (Philos. Trans. Vol. LXXIII. for 1783. P. II. p. 435 sqq.) und **Lichtenberg** (Magazin für das Neuste aus der Physik u. Naturg. III. B. 1 St. S. 97 u. f.

Die Einrichtung des Herrn Haas, eines gebohrnen Deutschen, ist die einfachere, und Taf. XV. Fig. 21. vorgestellt. AB ist der untere Theil der Pumpe, CCDE ein Stück Messing mit einem weiten cylindrischen Canale, durch Schrauben mit Ledern an AB befestigt. Bey G ist noch ein anderes Stück angeschraubt, an welches das nach dem Teller hinaufgehende Rohr H gelöthet ist. Die Oefnung der Pumpe ist mit einem Stück geölten Taffet bedeckt, das sechs runde Löcher hat, über einen Ring gespannt, und in das Stück CDC eingesetzt ist. Im Canale DE befindet sich der Stempel KIr, dessen unteres Ende in den Hebel MO eingesetzt ist, der sich um M bewegt. An der Mitte dieses Stempels ist ein Stück Messing, mit runden Ledern umschloßen, die bis an die Scheiben r und K reichen. Der kleine Raum zwischen K und F enthält eine Spiralfeder, die den Stempel in die Höhe drückt. Endlich ist die Axe des Stempels bis gegen die Mitte durchbohrt, wo sich eine Seitenöfnung befindet, die mit H Gemeinschaft hat. Wenn der Stempel in Ruhe ist, so bedeckt das über r gespannte Stück Taffet die Oefnung, und die Gemeinschaft zwischen dem Innern der Pumpe und der Röhre H ist aufgehoben. Tritt man aber auf O, so zieht sich der Stempel ein wenig herab, berührt den Taffet nicht mehr, und verstattet der Luft den Durchgang durch r und durch die Löcher des Taffets.

So sinnreich auch diese Einrichtung ist, so bemerkt doch Herr **Lichtenberg** mit Recht, daß der Vortheil die gehofte Wirkung nicht thue, wenn der Luft nicht der eben so freye Durchgang durch die beyden noch übrigen Ventile verschaft werde. Uebrigens ist merkwürdig, daß schon **Guericke** (Exp. nova de vacuo spatio L. III. c. 4. insgl. c. 7. p. 79 und c. 8. p. 81.) Mittel erwähnt, das Ventil im Stiefel durch eine Kraft von aussen zu eröfnen. Folgendes sind seine Worte: „In fine minimum illud äeris, „quod restat in quovis vase evacuando, nullam eiusmodi „vim seu Elaterem amplius habet, coria ventiliorum ape„riendi: ideo in antliæ operculo, intra ventile & tubu„lum, potest constitui tubulus aliquis parvus, cum pistil„lulo & embolo ut & papilla aliqua, cuius beneficio possit „*artificiose tangi & aperiri atque iterum recludi corium* „*interius ventilii*, ut minimum illud äeris — in antliam „descendendi lumen habeat." So gedenkt er auch eines „*tubuli extractionis*, cuius ope *corium interioris ventilii* „aperiri potest."

Durch so viele Künsteleyen aber hat die Luftpumpe ihre erste Simplicität verlohren. Sie ist ein theures, umständliches und öftern Reparaturen ausgesetztes Werkzeug geworden, ohne doch ihren Zweck ganz zu erfüllen. Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neuste a. d. Phys. III B. 3 St. S. 107 u. f.) glaubt, dieser Zweck lasse sich überhaupt nur durch **Hähne** mit Dauerhaftigkeit erreichen, denen er aber eine andere Stelle und Lage, als sonst, anweiset. In den starken Deckel a a a des Stiefels b Taf. XV. Fig. 22. werden nach seinem Vorschlage zween conische Zapfen, ein grösserer c, und ein kleiner l, genau eingeschliffen, so daß sie die Oefnungen im Stiefel und die Röhren k und n völlig verschliessen. Die Hälse dieser Zapfen aber sind mit Schraubengängen versehen, und diese passen in Schraubenmuttern, welche am Deckel des Stiefels befestiget sind. Wenn man also die Schlüßel g und h drehet, so schrauben sich die Zapfen c und l ein wenig in die Höhe, und öfnen dadurch die Verbindungen zwischen dem Stiefel und den Röhren k und n, deren erste unter die Glocke, die letz-

tere in die äussere Luft geht. Oefnet man nun zuerst den Zapfen oder Hahn c, und zieht den Stempel aus, so wird die Luft unter der Glocke verdünnt. Jetzt dreht man den Schlüßel g zurück, verschließt also k wieder, öfnet dagegen n durch Drehung des Schlüßels h, treibt nun den Stempel wieder hinein und bläset so die Luft durch n aus. Ehe nun der zweyte Zug geschieht muß zuvor l wieder verschloßen und c geöfnet werden u. s. w. Wenn die abgestumpften Enden der Zapfen c und l mit der innern Fläche des Deckels so eben gearbeitet sind, daß sie beynahe unsichtbar werden, und der obere Theil des Stempels genau auf diese Fläche angeschliffen ist, so wird bey dem Aneinandertreten dieser Flächen die Luft so gut, als durch das beste Ventil, abgeschnitten. Der größere Hahn an dem Canale, der zur Glocke führt, steht zu besserer Abhaltung der äussern Luft in der Lederbüchse e, die bey l nicht nöthig ist. Diese Einrichtung dient auch zur Verdichtung, wenn man mit der Stellung der Hähne auf die entgegengesetzte Art abwechselt, und ist den Künstlern zu weiterm Nachdenken allerdings zu empfehlen.

Cuthbertsons Luftpumpe.

Da bisher weder Hähne noch Ventile die Absicht ganz erfüllen, so sucht der geschickte Mechaniker in Amsterdam, Johann Cuthbertson, dieselbe durch Stöpsel zu erreichen, welche durch die innere Einrichtung der Maschine selbst zu rechter Zeit in Oefnungen einfallen und wieder ausgehoben werden (s. Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, a. d. Engl. vom Hrn. Verf. hiezu erhaltenen Original übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturg. IV. B. 1 u. 2 St. Leipz. 1788. gr. 8. S. 83 u. f.). Ich kan hier nur das Wesentlichste dieser Einrichtung angeben.

Taf. XV. Fig. 23. ist CD der Stiefel, F die Lederbüchse, durch welche die Kolbenstange HH luftdicht eingeht, G ein Gefäß mit Oel; auch R ist eine Oelbüchse, welche das Oel aufnimmt, das mit der Luft durch den Canal cc getrieben wird, wenn der Kolben in die Höhe geht: wenn diese Büchse voll ist, so geht das Oel mit der Luft

durch T nach G über. dd ist ein Drath, der als luftdichter Stöpsel für die Oefnung des Canals cc dient. Er wird von der Luft, wenn sie ausgehen will, in die Höhe gestossen, und fällt alsdann durch sein eigen Gewicht wieder in die Oefnung ein. Zwey Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Diese Anordnung dient statt des Ventils, das sonst im Deckel des Stiefels liegt.

Die Kolbenstange HH ist hohl, und enthält die dünnere Stange qq, welche mit dem Ende P die Oefnung L als Stöpsel verschließt. Diese Oefnung L unterhält durch das aufwärts gebogne Rohr m die Gemeinschaft mit dem Teller und der Glocke. An der langen dünnen Stange qq ist unten ein langer Stift PO, an dem sich unten bey O ein Queerstift befindet, der breiter ist, als der engste Theil der eingebohrten Oefnung, welches verhindert, die Stange qq höher zu heben, als nöthig ist. Diese lange Stange, welche die Stelle des Bodenventils vertritt, geht durch eine Lederhülse im mittlern Theile des Kolbens, und läßt sich darinn luftdicht hin und her schieben.

Die Verfertigung des Kolbens erfordert die äusserste Sorgfalt. Er besteht aus zwoen Stücken, einem mittlern und einem äussern. Das mittlere, an dem die Kolbenstange sitzt, ist conisch, und hat an der untern breitern Grundfläche einen hervorspringenden Rand. Das äussere ist genau nach der Form des mittlern und seines Randes ausgehöhlt. Wenn man nun den Kolben aufzieht, so schließt das mittlere Stück luftdicht in die Hölung des äussern ein, und die Luft im obern Theile des Stiefels kan nicht durchgehen. Treibt man aber den Kolben nieder, so stößt sich das mittlere Stück aus dem äussern heraus, so weit es der etwas hervortretende Rand aa erlaubt, und nun steht der Luft der Durchgang durch den Kolben offen. Diese Einrichtung vertritt die Stelle des Kolbenventils.

Wenn der Kolben ganz aufgezogen oben am Deckel des Cylinders steht, so befindet sich das Ende P der Stange qq gleich über L; der Kolben würde es noch höher mit sich aufgezogen haben, wenn dies nicht der Queerstift O verhindert hätte. Die Luft unter der Glocke tritt also durch das

ofne L in den Stiefel und wird verdünnt. Treibt man nun die Kolbenstange nieder, so öfnet sich der Kolben; zugleich wird das Ende P der Stange q q in L eingetrieben, und schneidet die Gemeinschaft mit der Glocke ab. Die Luft im Stiefel geht also durch den Kolben hindurch, und wird beym folgenden Zuge, wobey sich derselbe wieder schließt, durch den Canal c c hinausgetrieben.

Es ist wahr, daß bey dieser sinnreichen Anordnung weder ein schädlicher Raum übrig bleibt, noch die Luft sich selbst die Wege öfnen darf. Vielmehr kan alles vollkommen an einander schließen, und die Oefnung der Wege wird im Boden und Kolben durch die Bewegung des Kolbens selbst bewirkt. Allein die Ausführung erfordert eine Genauigkeit, die man nur von Meisterhänden erwarten kan; auch ist die Maschine aus so vielen kleinen, und doch wesentlichen Theilen zusammengesetzt, daß beym Gebrauch bald Mängel entstehen müssen, deren Quelle nicht immer leicht zu entdecken seyn dürfte.

Quecksilberpumpen.

Alle bisher beschriebne Luftpumpen saugen durch Kolben, welche die Luft unmittelbar berühren. Man kan sich aber auch anderer Mittel zu Hervorbringung leerer Räume bedienen. Schon die florentiner Akademisten hatten dazu das Quecksilber in der torricellischen Röhre gebraucht; neuerlich haben die Herren **Baader** und **Hindenburg** eben diese Materie vorgeschlagen, welche nach jenem die Stelle des Kolbens selbst vertritt, nach diesem aber zwischen den Kolben und die Luft gestellt wird.

Maria Clemens Baader, ein Arzt in München, beschreibt seine Quecksilberpumpe selbst (in **Lorenz Hübners** physikalischem Taschenbuche für Freunde der Natur, 1sten Jahrg. 4tes Viertel. Salzburg, 1784. S. 650.), und nach ihm die Herren **Hindenburg** (Progr. De antlia Baaderiana hydrostatico-pnevmatica. Lipſ. 1787. 4.) und **Lichtenberg** (Magazin für das Neuste a. d. Phyſ. V B. 2tes St. S. 91 u. f.) Taf. XV. Fig. 24. stellt ihren verticalen Durch-

schnitt vor. Auf dem eisernen Gefäße CC steht das Rohr abc mit dem senguerdischen Hahne bc. Unten geht aus ihm das eiserne Rohr ff von geringem Durchmesser und 31 – 32 Zoll Höhe herab. Daran ist unten ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäße D verbunden, das der Hahn o öfnet und schließt. Aus D geht die noch engere eiserne Röhre pp schief hinauf, und endigt sich oben dem Hahne b gegen über in einen Trichter von Eisenblech A. Wenn die Glocke auf den Teller bey a gesetzt ist, stellt man den Hahn so, daß die äussere Luft mit CC Gemeinschaft hat, schließt den Hahn o, und füllt alles durch den Trichter A mit Quecksilber bis nahe an den Hahn bc. Diesen dreht man nun so, daß die Glocke mit CC in Gemeinschaft kömmt, und öfnet o. Das Quecksilber fängt an auszulaufen, bis es im Schenkel ff an die Linie hh kömmt, wo die Federkraft der verdünnten Luft über h zugleich mit der Quecksilbersäule hm dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Die Luft in der Glocke dehnt sich also mit durch CC aus. Das auslaufende Quecksilber wird in einem Gefäße aufgefangen, und nach Zurückstellung des Hahns bc, und Schließung des bey o, wieder in den Trichter gefüllt, wodurch aufs neue alles angefüllt, und die Luft aus CC durch bc ausgetrieben wird. Es ist bey dieser sinnreichen Einrichtung sehr vortheilhaft, daß sie keines Stempels bedarf, und überhaupt wenig Kosten macht: aber der schädliche Raum wird nach Hrn. Baaders Angabe, wobey das Quecksilber nicht ganz bis an den meßingnen Hahn bc reichen darf, doch nicht vermieden, die Röhre pp ist zu eng, als daß man dadurch den Cylinder CC füllen könnte, auch die Maschine zu hoch, und das wiederholte Einfüllen des Quecksilbers durch so lange und enge Röhren äusserst langweilig, wo nicht gar unmöglich.

Herrn Professor Hindenburg gab der Anblick eines hugenianischen Doppelbarometers Anlaß, eine andere hydraulisch-pnevmatische Luftpumpe anzugeben, welche von den oben angezeigten Fehlern der Hähne und Ventile gänzlich frey seyn würde. Sie ist von ihrem Erfinder (*C. F. Hindenburg* Antliæ novæ hydraulico-pnevmaticæ me-

chanismus & descriptio. Lipſ. 1787. 4.) und von Herrn **Lichtenberg** (Magaz. für das Neuſte a. d. Phyſ. V. B. 2 St. S. 81 u. f.) beſchrieben: hier erlaubt der Raum nur, ihr Weſentlichſtes anzuführen.

Im eiſernen, inwendig polirten Stiefel GH, Taf. XVI. Fig. 25. wird der Stempel mit der eiſernen Stange KI an der Handhabe I auf und nieder bewegt. Die Schrauben aa und die Stellſchraube K hindern, daß man ihn nicht zu weit aufziehe oder niedertreibe. Die Röhre HL iſt ebenfalls von Eiſen, oder auch von gebranntem Leder, elaſtiſchem Harz u. dgl. um dem Andringen des aus dem Stiefel geſtoßenen Queckſilbers etwas zu widerſtehen. Der übrige Theil der Röhre LMN mit dem Gefäß NP, in Form eines Stechhebers, iſt von Glas. Der obere cylindriſche Hals P ſchließt in den metallnen Knopf X, worinn ſich ein ſenguerdiſcher Hahn O befindet. Dieſer Hahn hat einen gerade durchgehenden, und einen in der Figur vorgeſtellten bey h ofnen Gang, vor welchem ein Ventil vorliegt, das ſich nur auswärts öfnet, das man man aber auch ausſchrauben und wegnehmen kan. Steht der Hahn, wie in der Figur, ſo iſt die Röhre MNP von der Glocke auf dem Teller RR abgeſchnitten, und mit der äuſſern Luft verbunden. Giebt man ihm eine Viertelswendung, ſo kehrt ſich der gerade durchgebohrte Canal gegen V, und verbindet das Gefäß PN mit dem Teller RR. Wendet man ihn noch einmal um den vierten Theil, ſo kömmt des gekrümmten Canals Oefnung gegen V, und die Glocke iſt in Verbindung mit der äuſſern Luft. Nun muß bey niedergeſtoßenem Stempel der ganze Raum HLMNP bis an den Hahn mit reinem gekochten Queckſilber gefüllt ſeyn. Wird dann das Gefäß PN mit dem Teller verbunden, und der Stempel aufgezogen, ſo ſinkt das Queckſilber, das Gefäß wird leer, und die Luft unter der Glocke dehnt ſich aus. Stellt man nun den Hahn wieder ſo, wie ihn die Figur zeigt, und drückt den Stempel nieder, ſo treibt das wieder aufſteigende Queckſilber die Luft aus PN in die Atmoſphäre. Man ſieht leicht, daß durch entgegengeſetzte Stellungen des Hahns die Luft auch verdichtet werden kan, welchen Gebrauch aber Hr. H.

selbst widerräth. Zum Gestell dient ein dreyfüßiger Tisch, in dessen Blatte der Deckel des Stiefels liegt. Durch eben dieses Blatt geht die Röhre L M N hindurch, an einer starken auf dem Tische stehenden Säule, aus der bey N drey Träger hervorgehen, die das Gefäß N P umschließen, und den Teller R R unterstützen. An die Säule läßt sich eine Scale anbringen, den Stand des Quecksilbers abzumessen. Durch diese Einrichtung wird, wenn anders kein Quecksilber verlohren geht, der schädliche Raum zwischen Stempel und Hahn ganz vermieden (welches der eigentliche von Hrn. Baader aber nicht bemerkte Vorzug der Quecksilberpumpen ist), auch wird die äussere Luft durch das Quecksilber von der innern vollkommen abgeschnitten. Herr H. begnügt sich, den Künstlern einen Weg gezeigt zu haben, den sie weiter verfolgen können, wie er denn selbst noch einige Vorschläge zu andern Anordnungen beyfügt. Bey der Ausführung möchte wohl die Verfertigung des Stiefels aus Eisen, oder andern im Quecksilber nicht auflöslichen Materien, die genaue Reinigung des Quecksilbers von Luft, und die Zerbrechlichkeit des Glases die meisten Schwierigkeiten machen.

Vorschläge der Herren Wilke und Ingenhouß.

Herr **Wilke** (Abhandl. der königl. schwed. Akad. der Wiss. für 1769. 31ster Band, S. 31 u. f.) schlug vor, zu Hervorbringung leerer Räume die plötzliche Abkühlung heisser Wasserdämpfe zu nützen, s. Dämpfe, Dampfmaschine. Die Maschine, welche er hiezu angiebt, besteht aus einer dichten messingenen Blase mit rundem Boden, welche drey mit Röhren und Hähnen versehene Oefnungen hat. Durch das untere Rohr können mittelst eines langen gekrümmten Zugrohrs Wasserdämpfe aus einem auf Kohlen stehenden Theekessel in die Blase geleitet werden, welche die darinn befindliche Luft durch das zweyte Rohr zur Seite austreiben. Das dritte Rohr am obern Theile der Blase geht in den Teller, auf welchem die Glocke steht. Die ganze Blase ist mit einem dünnen messingnen Cylinder umge-

ben, welcher überall um ¼ Zoll von ihr absteht, und oben offen bleibt. Während die Blase mit Dämpfen gefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verschloßen, bis die Dämpfe anfangen, zum Seitenrohre herauszudringen. Alsdann verschließt man die Hähne des untern und Seitenrohrs, gießt in den Cylinder kaltes Wasser, bis dasselbe aus einem im Boden befindlichen Loche eben so kalt wieder heraus kömmt, so entsteht durch die Verdichtung der Dämpfe ein Vacuum in der Blase. Oefnet man nun den Hahn, der zur Glocke führt, so verbreitet sich die unter ihr befindliche Luft mit durch die Blase, und man kan sie durch Wiederholung des Verfahrens immer mehr verdünnen. Herrn **Wilke** gelang es, durch eine ganz leicht gebaute und nicht große Maschine dieser Art die Luft 130mal zu verdünnen. Durch **Watts** Condensator, (s. Dampfmaschine Th. I. S. 565 u. f.) würde sich die Wirkung ungemein verstärken lassen.

So hat auch D. **Ingenhouß** (Vermischte Schriften physisch=medicinischen Inhalts, herausg. von N. C. **Molitor** zweyte Aufl. I B. S. 433—446.) eine neue Art, einen leeren Raum hervorzubringen, vorgeschlagen. Des Abt **Felix Fontana** Entdeckung, daß glühende Kohlen beym Ersticken soviel Luft einschlucken, als ihr achtfaches Volumen beträgt, gab ihm dazu Gelegenheit. Ein durchbrochen gearbeitetes Kohlenbecken von geschlagnem Kupfer mit glühenden Kohlen gefüllt, wird in einen kupfernen Kessel, in den es genau paßt, eingesetzt. Dieser Kessel steht auf drey Füßen, und kan mit einem auf seinen Rand genau angeschliffenen Deckel luftdicht verschloßen werden, so daß die Kohlen aus Mangel an Luft ersticken müssen. Der Deckel hat ein Rohr mit einem Hahne. So wird nun die ganze Vorrichtung in ein großes Gefäß mit Wasser gestellt, auf das Rohr des Deckels wird ein anderes ebenfalls mit einem Hahne versehenes Rohr geschraubt, das einen Teller und eine darauf gestellte Glocke trägt, und nach völliger Erstickung der Kohlen werden die Hähne geöfnet. Die Kohlen saugen die Luft unter der Glocke ein, und bringen, wenn

man das Verfahren wiederholt, ein immer vollkommneres Vacuum hervor.

Man könnte solche Werkzeuge Luftpumpen ohne Kolben nennen, zu welchen alsdann auch die torricellische Röhre selbst und die Baaderische Quecksilberpumpe zu rechnen wären.

Geräthschaft zur Luftpumpe und Handluftpumpen.

Die zu den Versuchen mit der Luftpumpe nöthige Geräthschaft haben **Wolf** (Nützl. Vers. Th. I. Cap. 5. u. 6.), **s'Gravesande** (Physices elem. math. L. IV.) und **Nollet** (Mém. de l'acad. des Sc. 1741. ingl. Leçons de physique experim. Leç. X.) sehr genau und umständlich beschrieben. Kürzer handlen davon und von den Versuchen selbst **Lowitz** (Samml. der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnb. 1754. 4.) und **Johann von Musschenbrock** (Beschreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe nebst einer Samml. von verschiedn. nützl. und lehrreichen Vers. übers. von Thenn. Augsb. 1765. 8.)

Eins der vorzüglichsten Stücken dieses Apparats sind die gläsernen **Glocken**, unter welche man die Körper bringt, deren Verhalten in verdünnter oder verdichteter Luft untersucht werden soll. Es müssen Glocken, d. i. runde und gewölbte Körper seyn, weil platte Flächen vom Drucke der Atmosphäre leicht zerbrochen werden. Gewöhnlich giebt man ihnen oben an der Wölbung einen Knopf, um sie bequemer aufzuheben. Läßt sich der Teller mit der darauf stehenden Glocke von der Pumpe abschrauben, und der Zutritt der äussern Luft durch einen Hahn unter dem Teller abschneiden, so heißt dies ein **tragbares Vacuum** (Vacuum portatile). Die Körper, mit denen man Versuche anstellen will, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe man die Glocke darüber stürzt, oder sie werden unter der Glocke aufgehangen. Zu dieser letztern Absicht hat die Glocke oben eine messingne Haube mit einer oder mehrern Oefnungen, durch welche Stifte oder Metalldräthe in Lederbüchsen luft-

dicht durchgehen. Diese Stifte haben unten Haken, woran man die Körper unter der Glocke hängt; oben sind sie mit kleinen Handgriffen versehen, bey denen man sie anfassen, weiter aufziehen, tiefer herabstossen, umdrehen rc. kan. Man hat auch eigne Veranstaltungen, schnelle Rotationen unter der Glocke, vorzüglich zu Erregung der Elektricität hervorzubringen, dergleichen s'Gravesande und Nollet beschreiben.

Bey Verdünnung der Luft drückt die Atmosphäre die Glocke von selbst an den Teller fest. Bey Verdichtungen aber ist dazu eine eigne Presse erforderlich. Bey Smeatons Luftpumpe stehen auf der Platte, in der der Teller liegt, zwo Säulen mit Schraubengängen, an welchen zwo bewegliche Muttern, wie bey den Buchbinderpressen ein starkes Queerholz von oben gegen die metallne Haube der Glocke drücken, und diese dadurch an den Teller befestigen.

Um ausser der atmosphärischen Luft auch andere Luftarten verdichten zu können, hat Herr Hofrath Lichtenberg (Errlebens Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. 1787. nach der Vorr. S. LII.) an den Hahn m, Taf. XV. Fig. 20., durch welchen beym Comprimiren die Luft aus der Atmosphäre in den Stiefel gesaugt wird, noch ein Rohr angebracht, dessen anderes Ende mit einer Glocke, und zwar von oben, in Verbindung steht. Diese Glocke kan in ein Gefäß mit Wasser gestellt und mit andern Luftarten angefüllt werden, welche man so in den Stiefel saugt, und unter die Glocke auf den Teller bringt. Wenn eine starke kupferne Kugel auf den Teller geschraubt wird, die mit einem am Ende zugespitzten horizontalen Seitenrohre versehen ist, das durch einen Hahn geschloßen werden kan, so läßt sich der Apparat zum Blasrohre an der Lampe gebrauchen, um mit dephlogistisirter Luft zu schmelzen, die man vorher in der Kugel condensirt, und dann den Hahn öfnet.

Da die größern mit vollständigen Geräthschaften versehenen Luftpumpen sehr kostbare Werkzeuge sind (die, welche Herr Lichtenberg besitzt, kostete mit dem Apparat 450 Thlr.), so verfertigen viele Künstler Handluftpum-

pen, mit den nothwendigsten Stücken des Apparats, durch welche sich wenigstens die nöthigsten Versuche anstellen lassen. Solche ins Kleine gebrachte Werkzeuge beschreiben unter andern **Wolf** (Nützl. Versuche, Th. I. Cap. 5. §. 139.), **Stegmann** (Beschreibung einer kleinen Luftpumpe, Cassel, 1773. 8.) und **Brander** (Kurze Beschreibung einer kleinen Luftpumpe oder Cabinetantlia, nebst Anweis. zu Versuchen, Augsburg, 1774. 8.).

Die vornehmsten Versuche, die sich über die Wirkungen der Schwere und Federkraft der Luft mit dieser Maschine anstellen lassen, sind nach Herrn **D. Gren** (Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 619.) folgende.

Wenn man ein Barometer unter die Glocke bringt, so sinkt das Quecksilber bey Verdünnung der Luft, und steigt wieder durch Hinzulassung der äussern Luft. In einer Röhre, die oben offen und mit der Glocke in Verbindung ist, steigt das Quecksilber bey der Verdünnung, und fällt wieder durch Hinzulassung der äussern Luft, s. **Elasticitätszeiger**.

Glasplatten, oder über metallne Cylinder gespannte Blasen, werden vom Drucke der äussern Luft zersprengt, wenn man die Luft unter ihnen hinwegnimmt. Auch wird Wasser durch die Blasen hindurchgetrieben. Die magdeburgischen Halbkugeln hängen durch den Druck der Atmosphäre mit beträchtlicher Gewalt zusammen, s. **Halbkugeln, magdeburgische**.

Eine schlaffe zugebundene Blase mit atmosphärischer Luft schwillt im guerickischen Raume stark auf, und fällt durchs Hinzulassen der äussern Luft wieder zusammen. Ein kleines Saugwerk zieht im guerickischen Raume kein Wasser, der Heber hört auf zu fließen, und der Heronsball fängt von selbst an, zu springen, s. **Heber, Springbrunnen**.

Wasser siedet unter der Glocke der Luftpumpe schon bey mäßigen Graden der Wärme, und wird in einen elastischen vollkommen durchsichtigen Dampf verwandlet, der sich durch Hinzulassung der äussern Luft wieder niederschlägt, s. **Sieden**.

Bier, Milch, Seifenwasser, Sauerteig, geben unter der Luftpumpe eine grosse Menge Luftblasen, so auch das Holz, welches, wenn es von Luft leer gemacht ist, im Wasser untersinkt, s. Luft.

Warmblütige Thiere sterben schnell im luftleeren Raume; brennende Kerzen verlöschen in verdünnter Luft, Schießpulver wird darinn nicht entzündet, und ein Feuerzeug giebt keine Funken, s. Gas, atmosphärisches.

Bey der Verdünnung der Luft vermindert sich der Schall, und verschwindet fast gänzlich, s. Schall.

Kästner Anfangsgr. der Aerometrie. §. 39. u. f.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathem. VI. Theil. Pneumatik, 5. 6. 7. Abschnitt.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. 4te Aufl. Gött. 1787. 8 §. 216 u. f. und nach d. Vorr. S. XL. u. f.

Ott. de Guericke Exp. nova de vacuo spatio, Amst. 1672. fol. Lib. III.

Wolfs nützliche Versuche zu genauer Erk. der Natur und Kunst, Halle, 1721. 8. Erster Th. Cap. 5. 6.

C. F. Hindenburg Diss. Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus & descriptio, Lips. 1787. 4.

Ej. Progr. de antlia Baaderiana, ibid. 1787. 4.

Lichtenberg Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgesch. an mehrern Stellen.

Cuthbertsons Beschr. einer verbesserten Luftpumpe in den Leipz. Sammlungen zur Phys. und Naturg. IV. B. 1 u. 2. Stück.

Luftsäure, s. Gas, mephitisches.

Luftthermometer, s. Thermometer.

Luftthermometer, elektrisches. Unter diesem Namen gab **Kinnersley** in Philadelphia in einem Briefe an **Franklin** vom 12. März 1761 folgendes Werkzeug an, um die Wirkung der Elektricität auf die Wärme der Luft zu bestimmen.

Taf. XVI. Fig. 26. ist AB eine 10 Zoll lange und 2 Zoll weite Glasröhre, an den Enden mit messingnen Kappen A und B luftdicht verschloßen, auf deren Boden B sich Wasser befindet. Durch die obere Kappe geht die an beyden Enden ofne Glasröhre AH bis in das Wasser bey B herab. Durch beyde Kappen gehen auch messingne Dräthe FG, EI, mit Knö-

pfen G, I innerhalb der weiten Röhre AB versehen, die man weiter ausziehen oder einschieben kan. Der messingne Ring C befestigt das ganze Instrument an das Stativ CD. Wird nun die Luft in der Röhre AB ausgedehnt, so treibt sie das Wasser auf dem Boden durch die kleine Röhre AH in die Höhe, daß man also durch das Aufsteigen desselben die Ausdehnung der Luft bemerken kan.

Es dient zur Bequemlichkeit, wenn man ein Zeichen an der Röhre AH anbringt, und mit dem Munde durch H soviel Luft einbläset, bis das Wasser an dieses Zeichen tritt: man kan alsdann das Steigen desselben besser bemerken.

Sind die Knöpfe G und I in Berührung, so kan man die Ringe E und F mit den beyden Seiten einer geladnen Flasche verbinden, und einen ziemlichen Schlag durch die Dräthe gehen lassen, ohne daß sich das Wasser in AH von dem Merkmale hinweg bewegt — ein Beweis, daß der Uebergang der Elektricität durch genau verbundne Leiter die Luft nicht erwärme oder ausdehne.

Stehen aber die Knöpfe G und I von einander ab, in welchem Falle zwischen beyden ein starker Funken entsteht, so wird das Wasser plötzlich fast bis an die Spitze H aufsteigen, sogleich aber auch wieder um etwas herabfallen, welches eine Folge des plötzlichen Ausweichens und Wiederkehrens derjenigen Luft ist, welche der Funken aus der Stelle treibt. Nach diesem ersten schnellen Falle aber wird es nur langsam zu fallen fortfahren, und nach und nach bis an das Merkmal zurückkommen. Dies beweist, daß der elektrische Funken die Luft wirklich ausdehnet, diese Ausdehnung aber nach einiger Zeit sich wiederum verlieret.

Es war ganz natürlich, daß **Kinnersley** zur damaligen Zeit von dieser Ausdehnung auf Erwärmung schloß, welche eine so gewöhnliche Ursache der Ausdehnung ist. Demzufolge gab er dem Werkzeuge den Namen Thermometer. Ganz sicher ist aber dieser Schluß nicht, weil Ausdehnung auch ohne Erwärmung bewirkt werden kan. Es ist z. B. gar leicht möglich, daß der elektrische Schlag die Luft zersetzt, oder ihre Mischung so ändert, daß sie auf eine Zeitlang ein größeres Volumen einnimmt, bis etwa das Was-

ser auf dem Boden wieder einen Theil der Gasarten absorbirt hat. So lang dieses möglich bleibt, kan das Steigen des Wassers kein sicheres Zeichen der Erwärmung abgeben.

Endlich hat man hiebey auch auf die Wärme der Luft im Zimmer Achtung zu geben, deren Veränderungen dieses Instrument eben so, wie jedes andere Luftthermometer anzeigt.

Priestley Gesch. der Elektric. durch Krünitz, S. 178.
Cavallo Vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektr. Dritte Aufl. Leipz. 1785. S. 189.

Lunation, Mondwechsel, Lunatio, Phasium s. Apparitionum lunae periodus, *Lunaison*. Die Zeit, in welcher der Mond die ganze Reihe seiner Erscheinungen, oder des Ab- und Zunehmens, einmal vollendet, s. Mondphasen. Man kan sie von jeder Erscheinung an bis zur Wiederkehr eben derselben rechnen; insgemein, und wenn nichts anders erinnert wird, rechnet man sie von einem Neumond bis zum folgenden. Sie ist alsdann einerley mit dem synodischen Monate, s. Monat, und begreift im Durchschnitt einen Zeitraum von 29 Tagen 12 St. 44 Min. 3 Sec. 11 Tertien, obgleich nicht alle Lunationen von gleich langer Dauer sind.

Oft wird auch das Wort Lunation so gebraucht, daß es die Reihe der Mondsveränderungen oder Mondphasen selbst bedeutet.

M.

Magie, natürliche, natürliche Zauberkunst, Magia naturalis, *Magie naturelle*. Magie heißt überhaupt die Kunst, Erfolge hervorzubringen, welche die natürlichen Kräfte der Körper zu übertreffen scheinen. Man theilte sonst diese Kunst in die natürliche Magie, bey welcher die wunderbar scheinenden Erfolge sich dennoch aus den Kräften und Gesetzen der Körper erklären ließen, und in die übernatürliche, welche die Mitwirkung der Geister erfordern sollte. Die letztere war entweder Theurgie (*Magie*

blanche) bey welcher gute, oder schwarze Kunst, wobey böse Geister wirkten.

Wenn wir aber von unsern Erfahrungen über die Körperwelt Betrug und Täuschung gehörig absondern, so werden wir gar bald überzeugt, daß alle Erfolge durch natürliche Kräfte bewirkt werden, daß es also keine andere, als natürliche Magie giebt, und daß die angeführten Eintheilungen der Zauberkunst nichts mehr, als eine Geburt der Unwissenheit und des Aberglaubens sind.

Die natürliche Magie aber, bey der es blos auf Schein und Täuschung ankommt, ist von sehr großem Umfange. Die Kräfte der Körper sind dem Pöbel gar nicht, und selbst denen, die sich durch Stand und Wissenschaft über den Pöbel erheben, oft nur wenig und unvollkommen bekannt. Wie leicht ist es daher, Erfolge hervorzubringen, welche ihnen alle Kräfte der Körper zu übersteigen scheinen? Eine ungewöhnliche Geschwindigkeit, bisweilen mit geheimen Vorbereitungen verbunden, Nebenumstände, welche die Aufmerksamkeit zerstreuen, und von dem, was der Künstler verbergen will, ablenken, Anwendungen mathematischer, physikalischer und chymischer Lehren, welche dem großen Haufen unbekannt sind u. dgl. vermögen Dinge zu bewirken, die bisweilen auch dem aufgeklärtern Zuschauer ganz unbegreiflich scheinen, wenn er von den Gründen, worauf solche Kunststücke beruhen, nicht genau unterrichtet ist.

Die Kenntniß der ächten Naturlehre gewährt also unter mehrern Vortheilen auch den, daß sie uns vor mancherley abergläubischen Einfällen und Thorheiten schützt, auf welche die Alten aus Mangel an physikalischen Einsichten verfielen, und die noch jetzt von eigennützigen Betrügern ausgebreitet, und leider, bey dem großen Hange der Menschen zum Ausserordentlichen und Wunderbaren, häufig genug geglaubt und verehrt werden.

Zu dieser Absicht sind besonders Werke nützlich, in welchen überraschende Wirkungen und Kunststücke, die sich auf physikalische Lehren gründen, umständlich erklärt werden. Dahin gehört schon aus dem dreyzehnten Jahrhun-

derte das Werk des **Roger Bacon** (Opus majus ad Clementem IV. Pontif. Rom. Ex MS. codice Dublinensi primum edidit *S. Jebb*, M. D. Lond. 1733. fol.), worinn sich dieser für die damalige Zeit zu gelehrte Mann gegen die Beschuldigung der Zauberey rechtfertiget, und von seinen Entdeckungen Nachricht giebt. Aehnliche Bücher schrieben in neuern Zeiten **Johann Baptista Porta** (Magiae naturalis siue de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. nachher 1650. 8. und 1664. 12.) und der **P. Schott** (Magia vniuersalis naturae et artis. Frf. 1657. 4.), welcher letztere doch noch sehr stark an übernatürliche Magie glaubte, und überhaupt, wie sein Lehrer **Kircher**, bey viel Gelehrsamkeit wenig Beurtheilungskraft zeigt.

Sammlungen physikalischer und mathematischer Kunststücke hat man von einem französischen Schriftsteller (Recreations mathematiques, Rouen, 1634. 8.), den **Schwenter** in Altorf (Mathematische und philosophische Erquickstunden, Nürnb. 1651. 4.) mit vielen nicht unwichtigen Vermehrungen ins Deutsche übersetzte, wozu **Harsdörfer** noch zwey Theile (Nürnb. 1651. und 1653. 4.) hinzugefügt hat, die aber dem ersten an Werthe weit nachstehen. Besser sind **Ozanams** Sammlung (Recreations mathematiques et physiques. à Paris, 1697. II. To. 8.), und die neuste und vollständigste unter allen von **Guyot** (Nouvelles recreations phys. et math. Paris. Vol. VII. 8. Neue physik. u. math. Belustigungen, a. d. frz. Augsb. VII Th. 1770 - 1777. 8.)

Da die Wirklichkeit der übernatürlichen Magie noch ohnlängst von einem berühmten Arzte (*Anton de Haen* de Magia. Lips. 1775. 8.) öffentlich vertheidiget worden ist, und der Glaube an dieselbe sich zeithero mehr verbreitet hat, als man es von unserm Zeitalter erwarten sollte, so haben verschiedne einsichtsvolle Naturforscher für nöthig gehalten, die Kenntniß der natürlichen Magie durch eigne Anleitungen zu derselben gemeiner zu machen. Dahin gehören **Wiegleb** (Die natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1779. 8., mit **Eberhards** vortreflicher Abhandlung von

der Magie begleitet, fortgesetzt von **Rosenthal**, Berlin, 1789. 8.), **Funk** (Natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1783. 8.), und **Halle** (Magie in Versuchen, Berlin, 1783. 8.). Mehrere Ausbreitung physikalischer Lehren unter dem gemeinen Volke, welche zu dieser Absicht unglaublich viel beytragen würde, hat Herr **Hellmuth** (Volksnaturlehre zu Dämpfung des Aberglaubens, Braunschweig, 2te Aufl. 1788. 8.) zu befördern gesucht.

Magnet, Magnes, *Aimant.* Diesen Namen führt ein Eisenerz, meistens von einer schwärzlichen oder schwarzbraunen Farbe, welches Eisen und eisenhaltige Körper anzieht, oft mit ziemlicher Kraft an sich hält, sich, wenn es frey schwebt, mit gewissen Punkten allezeit nach einerley Weltgegend kehret, und überhaupt die im folgenden näher zu bestimmenden Erscheinungen zeigt, welche unter dem Namen der **magnetischen** oder des **Magnetismus** begriffen werden.

Man findet dieses Eisenerz an sehr vielen Orten, vornehmlich in Schweden, Norwegen, Sibirien, Ostindien und Mexico, auch in Ungarn und Sachsen, der Insel Elba u. s. w., fast überall in reichhaltigen Eisengruben. Es hat die magnetischen Eigenschaften von Natur, und heißt deshalb der **natürliche Magnet**; man kan aber auch jedem Eisen und Stahle diese Eigenschaften durch Kunst geben, und sie dadurch in **künstliche Magnete** verwandeln. Dies geschieht entweder mit Beyhülfe anderer schon vorhandner Magnete, oder ohne Zuthun solcher durch andere Methoden; d. i. wie man insgemein redet, entweder durch **Mittheilung** oder durch Erweckung des **ursprünglichen Magnetismus**.

Ich werde, um die Lehre vom Magnet, so viel hier möglich ist, auseinanderzusetzen, zuerst die magnetischen Erscheinungen selbst, nebst ihren bisher bekannt gewordenen Gesetzen und den Mitteln, sie hervorzubringen, anführen, zuletzt aber eine kurze Nachricht von der

Geschichte des Magnetismus und von den Meinungen über die Ursache desselben beyfügen.

Magnetische Anziehung.

Wenn man einen Magnet und ein Stück Eisen oder Stahl einander nahe genug bringt, so ziehen sich beyde merklich an, so daß der beweglichere Körper gegen den unbeweglichern fortgerissen wird, und zuletzt beyde aneinander mit ziemlicher Kraft fest hängen, auch der Trennung einen merklichen Widerstand entgegensetzen. Diese Wirkung äussert sich, wenn die Körper leicht beweglich sind, schon in ziemlicher Entfernung. Eine Nadel, die an einem Faden hängt, bewegt sich gegen entfernte Magnete; Eisenfeile auf Papier gestreut, fliegt hoch auf, und hängt sich an den darüber gehaltnen Magnet, wie ein Bart, an.

Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen werde, näherte ihn **Musschenbroek** einer mit dem Magnete bestrichenen und so frey, als möglich, aufgehangnen Nadel, s. **Magnetnadel**, und bemerkte, ob dieselbe dadurch bewegt werde. Besser ist unstreitig **Brugmans** Methode, den Körper auf Wasser zu legen (worauf er entweder von selbst schwimmt, oder durch ein untergelegtes Papier oder Uhrglas zum Schwimmen gebracht wird), und dann einen starken Magnet gegen ihn zu führen. Man kan die Körper auch auf Quecksilber schwimmen lassen, es muß aber dasselbe sehr sorgfältig gereiniget seyn. **Cavallo** hat bemerkt, daß auf dem Quecksilber zwar anfänglich die Körper sehr frey schwimmen, in kurzer Zeit aber anfangen, sich an dasselbe anzuhängen, welches er den beygemischten unedlen Metallen, und einem feinen auf der Oberfläche dadurch erzeugten Häutchen zuschreibt. Er ist daher wiederum zu Musschenbroeks Methode zurückgegangen, bedient sich aber einer eignen Art, die Nadel an einer Kette von Haar aufzuhängen, die ich bey dem Worte: **Magnetnadel** beschreiben werde.

Durch diese Methoden hat man gefunden, daß der Magnet alle Körper ziehe, welche nur einigen Antheil von Eisen, selbst im aufgelösten Zustande, in sich halten, z. B. Bolus, Blutstein, Röthel, Tripel, Wasserbley, gefeilten Zink, die rohe Platina, einige Edelsteine, gefärbte, ja sogar manche der klarsten Diamanten, den Labradorstein u. dgl. Herr **Anton Brugmans** in Gröningen (Magnetismus s. de affinitatibus magneticis Obss. Acad. Lugd. Bat. 1778. 4maj. Beob. über die Verwandschaften des Magnets, übers. mit Anm. v. M. C. G. Eschenbach, Leipz. 1781. 8.) hat durch seine Versuche das Verzeichniß der vom Magnete gezognen Körper sehr vermehrt, und gezeigt, daß sogar die Auflösungen des Eisens in Säuren und selbst die Neutralsalze mit einem Eisengrundstoff z. B. der Eisenvitriol, dazu gehören. **Cavallo** (Treatise on magnetism. London. 1787. 8maj. p. 276. sqq.) glaubte auch in manchen Stücken Messing, wenn sie gehämmert worden, etwas magnetisches zu entdecken; er hat aber durch genauere Versuche gefunden, daß das Messing, welches die Nadel zog, schon vor den Hämmern magnetisch war, und also Eisen enthielt. Man kan den Versuchen gemäß annehmen, daß alles, was vom Magnet gezogen wird, Eisen, oder doch damit vermengt oder vermischt sey.

Ueber die Kraft, mit welcher der Magnet das Eisen ziehet, findet man Versuche bey **Musschenbroek** (Introd. ad Philos. natur. §. 955. sqq.). Sie ist nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Gestalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetischen oder unmagnetischen Zustande desselben, und nach der Entfernung verschieden. Weiches und reines Eisen wird am stärksten gezogen; schwächer Stahl, hartes Eisen und Eisenerze, noch schwächer die Auflösungen des Eisens in Säuren. Die Anziehung nimmt desto mehr ab, je mehr das Eisen dephlogistisirt wird, und ganz vollkommner Eisenkalk wird nicht mehr gezogen. Musschenbroek hieng an eine Wagschaale einen cylindrischen 2 Zoll langen Magnet, der 16 Drachmen wog, stellte einen eisernen

Cylinder von gleicher Größe auf den Tisch darunter, und bestimmte die Stärke der Anziehung durch Gegengewichte auf der andern Wagschale. Die Resultate waren folgende.

Entfernung in Zollen	6, 5, 4, 3, 2, 1, 0
Anziehung in Granen	3, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, 6, 9, 18, 57

Ein sphärischer Magnet von gleichem Durchmesser, der aber etwas stärker zog, gab für die vorigen Entfernungen folgende Resultate,

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340

und, wenn man statt des eisernen Cylinders eine Kugel von gleicher Größe mit dem Magnete nahm,

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Die P P. Jacquier und le Sueur (Comment. ad *Newtoni* Princip. philos. To. III. p. 40 - 43.) untersuchten die Stärke der Anziehung zwischen einem Magnet und einer Magnetnadel, und glaubten zu finden, daß sie sich umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung, verhalte, womit auch Musschenbroek (Introd. §. 959.) übereinstimmt. Hawksbee (Philos. Trans. no. 335.) und Brook Taylor (ebend. no. 344.) geben andere Methoden und Resultate an. Nach Daniel Bernoulli sollte sich die Kraft eines Magnets, wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate seines Gewichts verhalten, nach Tobias Mayers noch ungedruckter Abhandlung (s. Erxleb. Naturl. §. 568. u. 709. Anm.) verhält sich die Kraft jedes einzelnen Theilchens direct, wie sein Abstand vom Mittelpunkte und verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung vom angezognen Punkte: die Totalkraft aller zusammen aber kan auch andern Gesetzen folgen, den Versuchen nach scheint sie sich umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung, zu verhalten. Es ist aber hierüber noch nichts entschieden, zumal, da bey den Versuchen so viel auf die Gestalt der Körper und andere Umstände ankömmt.

Gemeiniglich hat ein Magnet zween Punkte, welche diese Anziehung gegen das Eisen am stärksten zeigen, so daß sich an ihnen die Eisenfeile am häufigsten anlegt. Eben dies sind die Punkte, welche der Magnet, wenn er

frey schwebt, beständig gegen Norden und Süden kehrt. Sie heissen die **Pole** des Magnets, und zwar wegen ihrer Richtung der eine der **Nordpol**, der andere der **Südpol**. Die gerade Linie von einem zum andern heißt des Magnets **Axe**, und eine auf der Axe senkrecht stehende Ebne mitten zwischen beyden Polen, sein **Aequator**. Magnete in Gestalt von Kugeln gebracht, worauf Pole und Aequator bemerkt sind, heissen, als Nachahmungen der Erdkugel **Terrellen** (terrellae).

Man findet die Pole eines Magnets durch verschiedene Mittel. Legt man ihn unter eine Glastafel, siebt ein wenig Stahlfeile auf das Glas, und klopft mit einem Schlüssel darauf, daß sich die Stahltheilchen los machen können, so ordnen sich dieselben, wie Taf. XVI. Fig. 27., und man findet die Pole bey A und B, von welchen Punkten die krummen Linien auszugehen, und wo die Stahltheilchen fast aufgerichtet zu stehen scheinen. Noch besser findet man sie mit einem etwa 2 - 3 Linien langen feinen Stückchen Eisendrath, das man auf der Oberfläche des Magnets herumführt. Dieses stellt sich über den Polen senkrecht, neigt sich immer mehr, je weiter man von denselben abkömmt, und legt sich auf den Aequator flach auf.

Es giebt aber auch natürliche Magnete mit drey und mehreren Polen. Diese **anomalischen** oder **zusammengesetzten** Magnete scheinen aus mehreren verwachsenen einzelnen zu bestehen. Hiebey ist es ein Gesetz ohne Ausnahme, daß nie zween Nordpole, oder zween Südpole unmittelbar neben einander liegen; auch ist die Anzahl der Nordpole allezeit der Zahl der Südpole entweder gleich, oder doch nur um 1 von ihr unterschieden; daß es also an einem Magnete, der 2 Nordpole hat, entweder 1 oder 2 oder 3 Südpole geben muß.

Da beyde Pole zusammen ein stärkeres Gewicht ziehen, als einer allein, so schleift man die Magnete gewöhnlich an ihren Polen glatt, und befestigt an jeden eine dünne Platte von weichem Eisen, die sich unten in einen hervorstehenden dicken Fuß endigt. Diese Vorrichtung nennt man die **Armatur** des Magnets und ihn selbst in diesem

Zustande armirt oder gewafnet. Will man die Stärke der Anziehung durch angehangne Gewichte bestimmen, so wird an die hervorstehenden Füße, welche auch die **künstlichen Pole** heissen, ein eiserner Stab, der Anker, angebracht, der mit seiner platten Seite an die Füße anschließt, und unten mit einem Haken zum Anhängen der Gewichte versehen ist.

Durch diese Armatur wird die Kraft der Magnete ansehnlich verstärkt. **Wolf** (Nützliche Versuche, Th. III. Cap. 4. §. 35.) führt aus **Mersenne** und **de Lanis** Beyspiele an, daß armirte Magnete 16 bis 40, ja bis 320 mal mehr Gewicht trugen, als sie ohne Armatur halten konnten.

Das Vermögen der Magnete hängt gar nicht von ihrer Größe ab. Man findet deren, die nicht über 20 bis 30 Gran wiegen, und doch ein 40 bis 50 mal stärkeres Gewicht tragen. **Cavallo** sahe einen, der nicht mehr als 7 Gran wog, und doch 300 Gran aufzog. Große Magnete von 2 Pfund hingegen ziehen selten mehr, als ihr zehnfaches Gewicht. Oft zieht ein kleines Stück, aus einem großen natürlichen Magnet herausgeschnitten, mehr, als der ganze große Stein, welches von den heterogenen Theilen des letztern herrührt.

Die magnetische Anziehung wird nicht geschwächt, wenn man gleich zwischen den Magnet und den angezognen Körper ein Zwischenmittel bringt, wofern nur dasselbe nicht Eisen oder eisenhaltig ist. So wirkt der Magnet frey und ungeschwächt durch Holz, Glas, Messing u. dgl. auch durch den luftleeren Raum. Diese merkwürdige Eigenschaft macht den Magnet, weil man ihn so leicht verbergen kan, zu einer Menge von belustigenden Täuschungen und Taschenspielerkünsten geschickt. Nähnadeln auf einem Tische scheinen sich von selbst zu bewegen, wenn man einen in der Hand verborgnen Magnet unter dem Tischblatte herumführt; und wenn im Ende eines hölzernen Stabs ein Magnet versteckt ist, so kan man Körper, die auf dem Wasser schwimmen, damit nach Gefallen lenken, wenn sie nur et-

was Eisen, z. B. ein kleines Stückchen feinen Drath, enthalten.

Durch Eisen hingegen wirkt die magnetische Kraft auf andere Art, und so, daß ihre Wirkung dadurch in manchen Fällen gehindert, in andern wieder befördert zu werden scheint. Ein eisernes Lineal, das man, wie eine Scheidewand, zwischen Magnet und Magnetnadel hält, vermindert des erstern Wirkung auf letztere gar sehr. Wenn man es aber mit den scharfen Kanten, oder der Länge nach, dazwischen bringt, so scheint es dieselbe gar nicht zu hindern, und vielmehr weiter fortzupflanzen. Man kan sie auf diese Weise vermittelst eiserner an einander gelegter Stäbe oft bis auf eine Entfernung von 10 Fuß verlängern. Auch trägt ein Magnet mehr Gewicht, wenn man ihn blos mit Eisen beschweret, als wenn man anderes Metall oder andere Körper vermittelst Eisens an ihn bringt. Brugmans (Philos. Vers. über die magnetische Materie, aus d. lat. übers. von D. C. G. Eschenbach, Leipz. 1784. 8. 3ter Satz, S. 15. u. f.) drückt sich darüber so aus: Das Eisen gleiche einem Schwamme, der die von dem Pole des Magnets ausgehende Wirkung aufnehme, und durch seine ganze Masse vertheile. Er bestätigt diese schwamm-ähnliche Wirkung des Eisens durch eine große Anzahl lehrreicher Versuche.

Die anziehende Kraft eines Magnets wird beträchtlich verstärkt, wenn man ihm stufenweise mehr Gewicht zu tragen giebt. So trägt er immer am folgenden Tage noch etwas mehr, als am vorigen, bis man endlich eine gewisse Grenze erreicht, die sich nicht weiter überschreiten läßt. Hingegen kan durch unschickliche Lage, oder durch allzugeringe Beschwerung die Kraft eines Magnets ungemein geschwächt werden.

Die Hitze schwächt den Magnetismus, und das Glühen im Feuer, das Calciniren und Pülvern zerstört denselben gänzlich. Auch verlieren die Magnete ihre Kraft, wenn man sie auf Stein mit Stein schlägt, oder auch nur oft fallen läßt, ingleichen durch den Rost und bisweilen durch Blitze und starke elektrische Schläge.

Entgegengesetzte Magnetismen.

Nähert man einander zween Magnete, so ziehen sich ihre Pole nicht ohne Unterschied an, sondern es findet nur zwischen den ungleichnamigen (dem Nordpole des einen und dem Südpole des andern) Anziehung, zwischen gleichnamigen hingegen vielmehr ein Zurückstoßen statt. Man kan sich davon sehr leicht überzeugen, wenn man die Pole eines Magnets gegen eine Magnetnadel bringt. Der Nordpol der Nadel wird nur vom Südpole des Magnets gezogen; er flieht hingegen vor dem Nordpole des letztern. Wenn man einen Magnet an der Wage ins Gleichgewicht bringt, und einen andern so darunter hält, daß die ungleichnamigen Pole zusammen kommen, so wird jener herabgezogen: treffen aber die gleichnamigen Pole auf einander, so wird er in die Höhe gestoßen, und die Wagschaale steigt. Deswegen heissen die ungleichnamigen Pole auch einige oder freundschaftliche (amici), die gleichnamigen hingegen uneinige oder feindliche (inimici).

Schon Aepinus (Tentamen theoriae Electric. et Magn. Petrop. 1759. 4. p. 92.) war der Meinung, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, oder keine Anziehung des Eisens gebe, bey der man nicht zugleich Pole bemerke. Neuere Beobachtungen (s. Brugmans Philos. Vers. 12. Satz, S. 127.) haben dies vollkommen bestätiget. Sie zeigen auch, daß der Einfluß des Nordpols den Einfluß des Südpols schwäche, daß nördliche Polarität durch Null in südliche übergehe, s. Indifferenzpunkt u. s. w. Man ist daher berechtiget, wenigstens zur Bezeichnung der Phänomene, die Wirkungen beyder Pole als Wirkungen entgegengesetzter Magnetismen anzusehen, deren einen man den nördlichen, den andern den südlichen nennen kan. Dies alles hat viel Aehnlichkeit mit den entgegengesetzten Elektricitäten, der positiven und negativen, welche sich nach eben dem Gesetze anziehen und abstoßen, und es ist gar nicht unbequem, diese Magnetismen mit Herrn Lichtenberg (Erxlebens Naturl. §.

569. Anm.) durch +M und —M so zu bezeichnen, daß man dem nördlichen das +, dem südlichen das — beylegt.

Da aller Wahrscheinlichkeit nach die Erdkugel selbst einen Magnetismus besitzt, der sich in unsern nördlichen Gegenden als ein —M, in den Südländern als ein +M zeigt, so beruht hierauf die Polarität oder Richtung der magnetischen Pole nach Norden und Süden, welches die merkwürdigste und nützlichste Eigenschaft der Magnete ist, s. Magnetnadel, Polarität.

Magnetische Wirkungskreise und Vertheilung des Magnetismus.

Ein Stück Eisen, noch mehr aber harter Stahl (auf welchen die Wirkungen des Magnets zwar schwächer, aber weit bleibender und dauerhafter sind), das eine Zeitlang an einem Magnete gehangen hat, oder mit demselben gestrichen worden ist, wird dadurch selbst ein bleibender Magnet. Man kennt dieses Phänomen allgemein unter dem Namen der Mittheilung des Magnetismus, der auch auf den ersten Blick sehr wohl gewählt scheint. Wenn man aber unter Mittheilung, wie sonst in der Physik gewöhnlich ist, wirklichen Uebergang versteht, wobey der eine Körper eben das bekömmt, was der andere verliert, so findet man bey genauerer Untersuchung diese Benennung gar nicht mehr passend, indem der Magnet dem Eisen nicht das giebt, was er selbst hat, sondern gerade das entgegengesetzte in ihm hervorbringt, und dabey von seiner eignen Kraft nichts verliert. Dies zeigt nicht Uebergang, sondern Wirkung durch gestörtes Gleichgewicht an, und wird weit schicklicher mit dem Namen der Vertheilung bezeichnet, der auch beym Worte: Elektricität (Th. I. S. 736. u. f.) in gleichem Sinne gebraucht und von der Mittheilung unterschieden worden ist.

Der Pol eines Magnets nemlich wirkt auf Eisen oder andere Magnete schon in einiger Entfernung. Der Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, heißt

sein magnetischer Wirkungskreis, nach andern, wiewohl nicht so schicklich, die magnetische Atmosphäre. Das Hauptgesetz dieser Wirkung ist, wiederum wie bey der Elektricität, folgendes.

Jeder magnetische Pol sucht in demjenigen Eisen, oder eisenhaltigen Körpern, welche in seinen Wirkungskreis kommen, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus hervorzubringen.

Von eigentlicher Mittheilung finden wir bisher in den magnetischen Erscheinungen wenig Spuren: man müßte denn dies dafür annehmen, daß besonders in weichem Eisen +M und —M in einem und eben demselben Körper leicht in einander übergehen, wodurch freylich der Magnetismus aufhört oder = 0 wird. Aus eben dem Grunde leiden auch starke künstliche Magnete, gleich nach ihrer Verfertigung, einen kleinen Verlust an Kraft, wie Herr **Lichtenberg** (zu Erxlebens Naturl. §. 558.) erinnert, weil sich ein kleiner Theil ihres +M und —M sättigt, wenn die bey der Verfertigung von aussen her bewirkte Anstrengung aufhört. Wenn aber von der Wirkung der M in zween verschiedenen Körpern die Rede ist, so zeigt sich wenig hievon; z. B. der Magnet, mit dem man Nadeln bestreicht, verliert nichts an Kraft, und wenn gleich **Euler** und **Fuß** (Obs. et exp. sur les aimans artificiels in *Rozier* Journ. de phys. Suppl. 1782. p. 3.) einigen Verlust bemerkt haben wollen, so ist doch dieser sehr gering, und läßt sich überdies eben so, wie der in den künstlichen Magneten, erklären. Sonst herrscht hier das Perpetuelle so allgemein, daß man nicht umhin kan, es für die Regel anzunehmen, und die **Vertheilung** als den Hauptbegrif bey den Phänomenen des Magnetismus zu betrachten.

Gesetze des Magnetismus.

Es lassen sich alle Erscheinungen des Magnets auf die angeführten Gesetze des Anziehens und Zurückstoßens,

und der Wirkungskreise, verbunden mit dem Satze, daß die Erde selbst, wie ein Magnet, wirkt, zurückführen. Diese einfachen Sätze werden in der Anwendung eine unerschöpfliche Quelle von Erklärungen der mannigfaltigsten Phänomene, die man so, wie bey der Elektricität, durch die Bezeichnungen + M und — M, sehr kurz und deutlich ausdrücken kan.

Man betrachte den Zustand eines unmagnetischen Eisens, als + M — M = 0, d. i. man schreibe ihm zwo gleiche entgegengesetzte Magnetismen zu, die sich beyde völlig binden. So ist der magnetische Zustand nichts anders, als Aufhebung des Gleichgewichts dieser beyden M.

Gleichartige *M* stoßen sich zurück, entgegengesetzte ziehen sich an. Erfolgen solche Anziehungen ꝛc. nach mehreren Punkten, so giebt es für alle eine gewisse mittlere Richtung nach einem Punkte, der alsdann der Pol eines M heißt. Die Weite, bis auf welche ein Pol ringsum anzieht ꝛc., macht seinen Wirkungskreis aus. Das M, oder der Theil des M, der auf ein solches Anziehen ꝛc. verwendet wird, kan nichts weiter bewirken. Man nennt ihn gebunden. Hört das Anziehen ꝛc. auf, so kan er sich wieder durch etwas anders zeigen, d. h. er wird frey oder sensibel.

Im unmagnetischen Zustande binden sich beyde M des Eisens völlig. Bringt man aber einen Stab Eisen in den Wirkungskreis eines Pols, der sensibles + M hat, so empfängt das Eisen an dem nächsten Ende — M, am andern + M durch Vertheilung. Der Pol + M zieht nehmlich das — M des Eisens in den nähern Theil, und stößt das + M, welches von jenem verlassen und dadurch frey wird, in das entferntere Ende zurück. Das entgegengesetzte erfolgt, wenn man den Stab gegen einen Pol bringt, der sensibles — M hat. So ist auch hier das Gesetz der Wirkungskreise nichts anders, als das Gesetz des Anziehens und Zurückstoßens selbst.

In diesem Zustande nun wird das nächste Ende des Stabs vom Pole des Magnets stark angezogen, weil beyde

entgegengesetzte M haben. Je näher beyde einander kommen, desto stärker wird die Anziehung, bis sie endlich bey der Berührung selbst die höchste Stufe erreicht. Aber selbst auf dieser Stufe ist sie noch nicht stark genug, einen merklichen Uebergang beyder M in einander zu veranlassen. Entfernt man den Stab wieder vom Pole, so zeigt der letztere die ganze Intensität seines M ohne einigen Verlust wieder: im Stabe binden sich, wenn er von weichem Eisen ist, beyde M aufs neue, und werden = 0; ist er von Stahl, so dauert die Trennung der M länger, und er behält an einem Ende —M, am andern +M, oder zeigt Spuren eines Magnetismus, den man in der gemeinen Sprache einen mitgetheilten nennt. In dieser Rücksicht verhält sich das weiche Eisen als ein schlechter Leiter, der Stahl ꝛc. als ein Nicht-Leiter des Magnetismus.

Da solchemnach die magnetische Anziehung blos von der Vertheilung abhängt, so wird begreiflich, wie sie ungehindert durch Holz, Glas, Papier u. dgl. wirken könne. Solche unmagnetische Körper hindern die Wirkungen der Vertheilung eben so wenig, als das Glas die elektrischen Wirkungskreise. Dazwischengestelltes Eisen aber leidet selbst vom Pole des Magnets Vertheilung, und ändert daher seinen Einfluß auf anderes weiter abstehendes Eisen.

Hält man die flache Seite eines eisernen Lineals gegen das +M eines Magnets, so treibt dieser das +M des Lineals auf die entgegengesetzte Seite, wo es eine große Fläche findet, über die es sich verbreitet. Dadurch kommen Theile dieses +M in größere Entfernungen von einer dahinter stehenden Nadel, und wirken nicht mehr so stark auf sie, als das +M des Magnets ohne dazwischen gestelltes Lineal würde gewirkt haben. Bringt man hingegen das Lineal nach der Länge zwischen Nadel und Magnet, so treibt das +M des Magnets das +M des Lineals nach dem andern schmalen Ende, wo es sich nicht verbreiten kan, wohl aber der Nadel näher ist; mithin wird die Wirkung

des Magnets ungeschwächt auf eine größere Entfernung fortgepflanzt.

Wenn man zwey Stücken dünnen Drath von weichem Eisen an Fäden bindet, diese oben zusammenknüpft, und den Pol eines Magnets darunter hält, so gehen die Fäden, wie am Elektrometer, auseinander, weil die Enden der Dräthe durch den Wirkungskreis des Magnets einerley M erhalten, und sich abstoßen. Bringt man aber den Magnet noch näher, so kommen die Dräthe in die Taf. XVI. Fig. 28. abgebildete Stellung, weil sich zwar die obern Enden a und c noch abstoßen, die untern b und d aber beyde vom magnetischen Pole E angezogen werden. Nimmt man den Magnet E F hinweg, so fallen die Dräthe zusammen; sind es aber stählerne Nadeln, so dauret ihr Divergiren noch eine Zeitlang.

A B, Taf. XVI. Fig. 29. sey ein Drath von weichem Eisen, 4 Zoll lang, an einem Faden frey aufgehangen. C D eine eiserne Stange auf einem Stativ, mit dem Ende C etwa $\frac{3}{4}$ Zoll von B entfernt. Bringt man den Pol eines Magnets in E, so wird B von C zurückgestoßen, weil beyde einerley M erhalten. Hält man aber den Magnet E neben A, so wird B gegen C angezogen. Nehmlich der Pol des Magnets, der z. B. + M hat, wird das + M des Draths nach B, das + M der Stange nach D treiben, also wird die letztere in C freyes — M haben, und B anziehen.

Wenn ein Magnet an einem Pole gerade so viel Eisen trägt, als er halten kan, so kan er, wenn man unter dieses Eisen eine eiserne Platte hält, noch etwas mehr tragen. Gesetzt, der Pol habe + M, so wird das + M am untern Ende des angehangnen Eisens durch die Platte mehr beschäftigt, also wird mehr — M frey, welches sich ans obere Ende begiebt, und dadurch die Anziehung verstärkt. So kan man mit einem Magnete mehr Eisen von einem Ambos aufheben, als von einem hölzernen Tische. Auch erklärt sich hieraus, wie die Kraft eines Magnets durch mehr angehangenes Eisen immer mehr zunehme. Noch stärker aber wird die Anziehung, wenn man statt der eiser-

nen Platte den Pol — M eines andern Magnets darunter hält. Hält man aber einen Pol + M darunter, so fällt das Eisen sogleich ab.

Bringt man zween Magnete von gleicher Stärke mit ihren ungleichnamigen Polen zusammen, so ziehen sie einander selbst stark an. Weil sich aber jetzt ihre ± M vollkommen binden, so ziehen sie in diesem Zustande weiter kein Eisen, und was vorher an ihnen hieng, fällt ab. Bringt man sie hingegen mit den gleichnamigen Polen zusammen, so stoßen sie zwar einander selbst ab, wirken aber desto stärker auf Eisen, und zeigen alle magnetische Erscheinungen mit desto größerer Intensität.

Sind aber solche zusammengebrachte Magnete von ungleicher Stärke, so werden die Phänomene weit mannigfaltiger. Sind die genäherten Pole gleichnamig, so wird das schwächere ± M schon = 0, noch ehe es das stärkere ± M berührt, und zeigt in diesem Zustande gar keinen Magnetismus. Bringt man den schwächern Magnet noch näher an den stärkern, so erhält er gar das entgegengesetzte ∓ M, und wird nun vom stärkern ± M angezogen. Nähert man aber die Magnete mit ihren ungleichnamigen Polen an einander, so wird das schwächere ± M immer stärker, je mehr es an das stärkere ∓ M herankömmt, und die Anziehung beyder Magnete wächst immerfort bis zur Berührung.

Der Pol eines Magnets wirkt stärker, wenn man den entgegengesetzten Pol ebenfalls beschäftiget, oder das + M an einem Ende wird freyer, wenn mehr — M an das andere Ende gelockt wird. Hieraus erklären sich die Vortheile, welche man durch Armatur und Anker erhält.

Wenn man den Pol + M eines starken Magnets auf das Ende A eines unmagnetischen Eisenstabs A C aufsetzt, (Taf. XVI. Fig. 30.), so erhält in diesem Augenblicke A den Magnetismus — M, C hingegen den + M. In der Mitte des Stabs liegen Punkte, die gar kein M zeigen. Streicht man mit dem Pole des Magnets von A ge-

gen C fort, so wird das —M bey A immer schwächer, bis man an M kömmt, wo es = o wird. Hingegen wird das +M bey C immer stärker, bis man an P kömmt, wo es seine größte Stärke erreicht. Indeß fängt A an, auch +M zu zeigen. Hebt man hier den Pol des Magnets ab, so behält der Stab, wenn er gehärtet ist, diese Magnetisinen eine Zeitlang, und man hat einen **künstlichen Magnet mit drey Polen** bey A, P, C, oder eine Nadel, an der beyde Ende einerley Polarität zeigen. Dieses Phänomen ist schon lange bekannt gewesen, und von **Hamberger** (Elementa Physices, Jenae, 1735. 8.) die **Partialität der Magnetnadel** genannt worden.

Setzt man das Streichen weiter fort, so kömmt man an einen Punkt N, wobey das +M an C, deßen Stärke bis dahin wieder abgenommen hat, nunmehr = o wird. Streicht man bis ans Ende C, so erhält C den Magnetismus —M, und der Stab ist nunmehr ein künstlicher Magnet von **zween Polen** bey A und C. Das Zurückstreichen von C bis A nimmt allen Magnetismus wieder hinweg. Die Wirkungen des ganzen Strichs waren längst bekannt, die **Indifferenzpunkte** M und N aber sind von **Brugmans** 1765., und der **culminirende Punkt** P ist von **van Swinden** (Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis, Specim. I. Franequ. 4maj.) entdeckt worden. Die Lage der Punkte M, P, N hängt von der Länge und Dicke des Stabs, von der Härte des Eisens und der Stärke des Magnets nach Gesetzen ab, über welche Herr **van Swinden** schätzbare Versuche angestellt hat, deren Resultate auch beym **Cavallo** (Abhandl. vom Magnetismus, a. d. Engl. Leipz. 1788. gr. 8. S. 55 u. f.) stehen.

Man sieht leicht, wie sich diese merkwürdigen Erscheinungen aus dem einfachen Gesetze der Wirkungskreise herleiten lassen. Der Pol +M zieht alles —M des Stabes gegen den Punkt, wo er steht, so weit sein Wirkungskreis reicht, und so viel es die Härte des Eisens zuläßt, dagegen stößt er alles +M so weit, als möglich, von sich.

Daher wird anfänglich mehr + M nach C getrieben, bis der Pol nach P kömmt; hier fängt er wegen seiner Nähe an, dieses gesammelte + M weiter fort und durch die untere Seite des Stabs gegen A zu treiben, zum Theil auch mit mehr — M, das er gegen C zieht, zu sättigen u. s. w. Alles dies ist blos geänderte Vertheilung, die durch das Rückstreichen wieder ihre vorige Gleichförmigkeit erhält.

Streicht man mit dem Pole − M, so entstehen eben diese Wirkungen, nur mit Verwechselung der Zeichen + und —. Das allgemeine Gesetz ist also, daß beym Streichen der Stäbe mit $\pm M$ allemal da, wo man zu streichen aufhört, der Pol $\mp M$ entsteht, in einiger Entfernung davon aber der Magnetismus $\pm M$ anfängt.

Da kein Eisen vom Magnete gezogen werden kan, ohne in diesem Augenblicke selbst magnetisch zu seyn, so erklären sich hieraus die Taf. XVI. Fig. 27. vorgestellten Figuren, welche die Eisenfeile auf Papier oder Glastafeln bildet, wenn man einen magnetischen Stab darunter legt. Nemlich an dem kleinen Eisendrathe ab Taf. XVI. Fig. 31., den man an den magnetischen Stab AB bringt, erhält beym Pole A (+ M) das Ende b den Magnetismus − M, das Ende a den + M. Jenes wird also gezogen, dieses abgestossen, und ab stellt sich senkrecht auf die Fläche des Stabs. Weiter gegen den Pol B zu wird ab in eine schiefe Lage kommen, weil jetzt schon B (— M) das + M in a zu ziehen anfängt. Beym Aequator des Magnets aber, wo A eben so stark auf b, als B auf a wirkt, wird ab dicht am Stabe an, oder doch mit demselben parallel liegen. Sind nun mehrere Eisentheilchen, wie ab, vorhanden, so wird jedes derselben magnetisch: sie hängen sich also mit ihren ungleichnamigen Polen an einander und bilden Reihen, deren einzelne Stücken die Fig. 31. vorgestellten Richtungen haben, woraus natürlich die krummen Linien Taf. XVI. Fig. 27. entstehen, die man mit Unrecht für Beweise eines um den Magnet strömenden Wirbels gehalten hat.

Der Magnetismus der Erdkugel selbst, welche in unsern nördlichen Gegenden den Pol − M, in den südlichen den

+ M hat, veranlasset durch seinen Wirkungskreis die Erscheinungen der Magnetnadel, s. **Magnetnadel, Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.** Auf unmagnetisches Eisen wirkt er in den meisten Fällen nicht merklich, weil er hiezu zu schwach ist. Wenn z. B. eine eiserne Stange so gehalten wird, daß ihre beyden Enden von dem nächsten magnetischen Pole der Erde gleich weit entfernt sind, so kan das Gleichgewicht ihrer M nicht merklich gestört werden. Ist aber die Stange schon vorher magnetisch, so wird das Ende + M derselben vom nächsten Pole der Erde angezogen, das andere — M abgestossen, und so die Stange selbst in die Richtung des magnetischen Meridians gebracht.

Dennoch wirkt der Magnetismus der Erde auch in unmagnetisches, besonders in weiches Eisen, wenn man dem letztern eine dazu geschickte Stellung giebt. Wird eine eiserne Stange in eine Lage gebracht, in der sie der Richtung und Neigung der Magnetnadel parallel ist, so stößt ihr unteres Ende in unsern Ländern den Nordpol der Magnetnadel ab, und zeigt also + M. Eben das geschieht auch oft, wenn man die Stange nur lothrecht stellt. In diesen Lagen nemlich ist der Unterschied der Entfernungen beyder Enden vom nächsten Pole der Erde größer, als in andern, daher wird die sonst zu schwache Wirkung merklicher. Dieser Magnetismus ist aber von kurzer Dauer, und verliert sich wieder bey veränderter Stellung.

Man befördert diese Wirkung, wenn man die Stange in der vorerwähnten Stellung mit einem Hammer oder Schlüssel von einem Ende zum andern klopft. So werden stählerne Werkzeuge oft magnetisch, wenn man damit kaltes Eisen bohrt oder schneidet. Auch das Ablöschen des glühenden Eisens in kaltem Wasser, das Zerbrechen der Stangen, der elektrische Schlag und der Bliß bringen oft auf diese Art einigen Magnetismus hervor. (Man s. Exp. qui montrent, avec quelle facilité le fer & l'acier s'aimantent par M. *de Réaumur* in den Mém. de Paris 1723.)

Diese Erscheinungen, die man gemeiniglich unter dem Namen der **Erregung des ursprünglichen Ma-**

gnetismus begreift, entstehen blos aus Vertheilung der M, durch die Wirkung der magnetischen Pole der Erdkugel. Denn die angeführten Mittel bewirken nichts, wenn die Stange auf den magnetischen Meridian senkrecht gehalten wird, wobey alle ihre Punkte von den Polen der Erde gleich weit entfernt sind. (s. *v. Musschenbroek* Diss. de Magnete, Sect. V.)

Verfertigung der künstlichen Magnete.

Eigentlich ist jedes harte mit dem Magnet berührte oder bestrichene Eisen, also auch die Magnetnadel, ein künstlicher Magnet. Man giebt aber insgemein diesen Namen nur denjenigen Stäben, die einen beträchtlich starken und dauerhaften Magnetismus erhalten haben, und an Wirkung oft die natürlichen weit übertreffen.

Ein eiserner oder stählerner Stab, in Gestalt eines Parallelepipedums ACB, Taf. XVI. Fig. 27, der etwa 5 bis 6 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ Zoll dick ist, kan mit einem armirten Magnete entweder durch den einfachen **Strich**, *(touche simple)* oder durch den **Doppelstrich** *(touche double)* magnetisch gemacht werden. Beym einfachen Striche setzt man den einen Pol des Magnets in der Mitte bey C auf, und führt ihn, ohne eben stark zu reiben, bis B fort. Hat man den Pol + M gebraucht, so erhält B dadurch — M. Nun darf man aber nicht wieder zurückstreichen, sondern es muß der Pol des Magnets von B abgehoben, einige Zoll weit vom Stabe AB entfernt, und in dieser Distanz wieder bis C zurückgebracht werden, worauf man denn wieder bey C aufsetzen, und den zweyten Strich bis B führen kan. Nach fünf bis sechs Strichen wird B ein ziemlich starkes — M haben. Man setzt alsdann den andern Pol des Magnets (— M) bey C auf, und streicht damit eben so von C bis A, wodurch das Ende A, + M erhält, und der ganze Stab AB ein künstlicher Magnet wird.

Beym Doppelstriche setzt man den armirten Magnet mit beyden Polen auf die Mitte des Stabs C, und streicht

man denselben nach seiner ganzen Länge mehreremale von einem Ende bis zum andern; bey Endigung des Streichens aber muß man den Magnet nicht an einem Ende des Stabs abheben, sondern vorher nach C zurückführen und daselbst abnehmen. Dadurch erhält jedes Ende des Stabs dasjenige M, welches dem M des Pols, der ihm beym Streichen der nächste war, entgegengesetzt ist.

Man pflegt an diesen künstlichen Magneten das Ende, welches + M hat, oder den **Nordpol**, durch einen Strich mit der Feile kenntlich zu machen. Gewöhnlich werden sie paarweise verfertiget, und so aufbewahret, wie A B und C D Taf. XVI. Fig. 32., daß die gezeichneten Nordpole A und D sich von einander kehren. An ihre Enden legt man Anker von weichem Eisen E und F, welche die ± M beschäftigen und ihre Trennung unterhalten, in die Mitte kömmt ein Holz G, um die Stäbe auseinander zu halten; und alles liegt in einem hölzernen Kästchen.

Sehr oft giebt man ihnen auch die Gestalt eines **Hufeisens**, damit an die Enden ein Anker mit Gewichten angebracht werden könne. Solche Hufeisen werden, wie die geraden Stäbe, durch den Doppelstrich magnetisirt, indem man beyde Pole auf die Mitte der Krümmung aufsetzt, bis an das eine Ende, dann immer von einem Ende zum andern, und endlich wieder in die Mitte führt und abhebt.

Die erwähnten Bestreichungen geben keinen stärkern Magnetismus, als der dazu gebrauchte Magnet selbst besitzt. Man hat aber seit etwa 60 Jahren vielerley **Verstärkungsmethoden** erfunden, welche so wirksam sind, daß man selbst ohne Zuthun eines andern Magnets, durch bloßes Streichen unmagnetischer Stäbe, künstliche Magnete von ganz ungemeiner Stärke verfertigen kan. Es wäre zu weitläuftig, alle diese Methoden anzuführen, welche darinn übereinkommen, daß man entweder durch einen andern Magnet, oder durch den Magnetismus der Erdkugel 1) die beyden M in stählernen Stäben immer genauer trennet und 2) in dieser Trennung erhält. Es wird genug seyn, einige der vornehmsten Verfahrungsarten anzuführen, wodurch

theils der sogenante ursprüngliche Magnetismus erregt, theils der schon vorhandene verstärkt werden kan.

Servington Savery (Magnetical observ. and exp. in Philos. Transact. num. 414. art. 1.) gab zuerst um 1730 Mittel an, die magnetische Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verstärken, und Arnold Marcel (Phil. Trans. num. 423.) zeigte, wie man Stahl durch bloßes Reiben an Eisen magnetisch machen könne, welche Methode er schon 1726 gekannt zu haben versichert. D. Gowin Knight aber brachte diese Kunst zur höchsten Vollkommenheit. Im Jahre 1746 zeigte er der Societät zu London (Philos. Trans. num. 474. 484.) zween 15 Zoll lange sehr starke Magnetstäbe, die er ohne Zuthun eines Magnets gemacht hatte, hielt aber das Verfahren geheim. Die Herren Mitchell (Treatise of artificial magnets. London, 1750. 8.) und Canton (Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 31. übers. im hamburg. Magaz. B. VIII. S. 339 u. f.) machten darauf, jeder für sich, glückliche Versuche. Mitchell legte einen kleinen stählernen Stab zwischen zwey größern eisernen nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und strich mit einem dritten eisernen Stabe, den er fast lothrecht, jedoch mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden, hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. So ward der Stahl, wiewohl nur schwach, magnetisch. Canton stellte eine eiserne Stange senkrecht, und band am obern Ende einen kleinen stählernen Stab mit einem seidnen Faden fest. In der Hand hielt er einen andern eisernen Stab auch fast senkrecht, und strich mit dem untern Ende desselben den stählernen Stab etwa zehn bis zwölfmal von unten nach oben. Dadurch ward das untere Ende des leztern ein Nordpol, und trug schon einen kleinen eisernen Schlüssel. Statt der eisernen Stäbe nahm er gewöhnlich eine kleine eiserne Ofengabel oder Kohlenschaufel (*fourgon*, a poker) und eine Feuerzange, die desto bessere Dienste thaten, je größer und je länger sie gebraucht waren.

Die beste Methode, ursprünglichen Magnetismus zu erregen, hat Antheaulme (Mémoire sur les aimans arti-

ficiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersbourg. Paris 1760. 4. ingl. Obs. sur les nouvelles methodes d'aimanter par *de la Lande* in d. Mém. de Paris, 1761.) angegeben. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel ein 12 Fuß langes Bret AB, Taf. XVI. Fig. 33. so an, daß A im magnetischen Meridian nordwärts liegt, wobey der Winkel BAH in unsern Gegenden etwa 71 Grad betragen muß, s. **Neigung der Magnetnadel**. Darauf liegen nach der Länge zwo eiserne Stangen CD und EF, deren Enden D und E glatt abgefeilt sind. Auf der Mitte des Brets liegt ein hölzerner Würfel G von 1–2 Zoll Seite, und zwischen diesen Würfel und jede Stange wird eine eiserne etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dicke Platte, DK und EL gesetzt. Diese Platten ragen mit den Enden K und L, $\frac{1}{4}$ Zoll über die Oberfläche der Stangen CD uud FE hervor, und die hervorragenden Kanten sind etwas dünner abgeschliffen, als die Platten selbst. Will man nun den stählernen Stab MN, der vorher wohl polirt seyn muß, magnetisiren, so reibt man ihn auf den Kanten K und L, wie auf den Polen eines armirten Magnets beym Doppelstriche, oder so, daß man die Mitte aufsetzt, von einem Ende zum andern hin und her streicht, und in der Mitte abzieht. So kan man durch 50, 60 bis 100 Striche auf jeder Seite einen 12 bis 15 Zoll langen Stab ziemlich stark magnetisiren. Die Wirkung ist desto stärker, je größer die Stangen CD und EF an Masse sind.

Mittel, den schon vorhandnen Magnetismus, ohne Zuthun eines stärkern Magnets, also durch sich selbst, zu verstärken, haben ebenfalls **Mitchell**, **Canton** und **Antheaulme**, dann aber auch **Le Maire** und **Duhamel** (Mém. de Paris, 1745.) angegeben, die im Allgemeinen auf folgendes hinaus laufen. Wenn man mehrere künstliche Magnete von gleicher Stärke hat, so verbindet man sie gehörig, dadurch erhält man schon einen stärkern Magnet A. Mit diesem macht man nach den gemeinen Methoden andere künstliche, die nun schon einzeln stärker sind, als die vorigen, und verbunden einen noch stärkern B geben. Mit B bestreicht man alle Magnete, woraus A besteht, einzeln,

und mit dem daraus entstehenden verstärkten A wieder die, woraus B besteht u. s. w., bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Uebrigens unterscheiden sich die angegebnen Methoden blos in der Art, zu bestreichen, und mit den Stäben abzuwechseln.

Wenn man z. B. vier Stäbe AB, CD, KL, NM, Taf. XVI. Fig. 34., schon magnetisirt hat, so legt man zween davon AB und CD, mit von einander gekehrten bezeichneten Polen B und C, zwischen die **Verstärkungsanker** EF uud GH; legt ferner die andern zween KL und NM mit ihren freundschaftlichen Polen an einander, setzt sie lothrecht über die Mitte von AB, hält sie bey KM fest, bringt die Pole L und N etwas auseinander, und reibt alsdann von einem Ende zum andern, wie beym Doppelstrich. Nach 50 bis 100 Strichen hört man wieder in der Mitte auf, drückt die Pole L und N wieder zusammen, und zieht sie seitwärts vom Stabe AB ab. Eben so verfährt man auch mit dem Stabe CD. Alsdann legt man KL und MN zwischen die Verstärkungsanker, und streicht sie eben so mit AB und CD. Hiedurch wird allemal das liegende Paar etwas stärker, als das stehende, und man kan die Verstärkung durch mehrmalige Verwechselung immer weiter treiben.

Nach 50 bis 100 solchen **Verticalstrichen** (*touche verticale*) läßt Canton noch 10 bis 12 Horizontalstriche auf folgende Art geben. Man trennt die obern Pole der reibenden Stäbe K und M, wie bey Fig. 35, bis die Stäbe selbst einen ziemlich stumpfen Winkel machen, führt KL gegen A und MN gegen B, aber nicht wieder zurück, sondern über die Verstärkungsanker hinaus, und im Bogen herum, bis beyde in einiger Entfernung von AB mit den Polen L und N wieder zusammen kommen, da man sie denn aufs neue auf die Mitte von AB bringt u. s. w. Völlig eben so kan man verfahren, wenn AB und CD unmagnetische Stäbe sind, denen man durch KL und MN Magnetismus mittheilen will.

Sobald man mehr, als zween Stäbe zum Verticalstriche hat, kan man statt des einzelnen KL, drey oder meh-

rere an einander legen, alle mit den Nordpolen unterwärts, und statt M N ebensoviel mit den Nordpolen aufwärts, die aber aneinander befestiget werden müssen, weil sie sich so nicht anziehen. Dies bewirkt noch mehr Verstärkung. Will man vermittelst kleinerer Stäbe größere magnetisiren, so muß man erst mehrere von mittlerer Grösse machen, und so nicht unmittelbar, sondern stufenweise von kleinern zu größern übergehen. Nach Herrn Fuß (im *Rozier* Journ. de phys. Suppl. 1782.) nehmen auch die Stahlstäbe am Ende mehr Kraft an, wenn man sie etlichemal zurückgestrichen, und ihnen die gegebene Kraft wieder genommen, dann aber die Bearbeitung von neuem angefangen hat. Durch schickliche Verbindungen aller dieser Mittel läßt sich ungemein viel ausrichten.

D. **Knight** brachte auf ähnliche Weise seine großen künstlichen Magnete oder magnetische Magazine zu Stande, womit er in wenig Secunden die stärksten künstlichen Magnete machen und die Pole der natürlichen umkehren konnte. Diese mächtige Maschine ist von D. **Fothergill**, dem sie Knight vermacht hatte, (Phil. Transact. Vol. LXV. for the year 1776.) beschrieben, und der königlichen Societät zu London geschenkt worden, die sie im Museum aufbewahret. Sie besteht aus 2 großen Parallelepipedis, deren jedes auf 500 Pfund wiegt, und 240 stark magnetisirte Stahlstäbe enthält, die in vier Abtheilungen, jede zu 60 Stäben, geordnet sind. Die 60 Stäbe liegen mit den gleichnamigen Polen an einander; die Abtheilungen selbst aber berühren sich mit den ungleichnamigen. Die Spitze einer Magnetnadel, die diese Verrichtung nur berührt hatte, erlangte eine solche Kraft, daß sie den Magnetismus der besten Nadeln in England zernichtete. Als D. **Ingenhouß** diese Maschine sahe, hatte sie viel von ihrer vorigen Kraft verlohren; Herr **Nairne** aber hatte es auf sich genommen, sie wieder herzustellen.

D. **Knight** verfertigte auch künstliche Magneten aus einem Teig, dem er jede Form geben konnte, und der an gelindem Feuer getrocknet, steinhart wurde. Erst nach sei-

nem Tode hat Wilson (Philos. Trans. Vol. LXIX. for 1778. no. 5.) bekannt gemacht, daß dieser Teig aus dem feinsten Eisenmohr und Leinöl bestand. Den Magnetismus gab er der Paste durch sein magnetisches Magazin. Nach D. Ingenhouß (Vermischte Schriften, Th. I. S. 402 u. f.) nahm er zu solchen Pasten auch pulverisirten Magnet, Kohlenstaub und Leinöl: Ingenhouß selbst hat mit gutem Erfolg Magnet- oder Eisenstaub mit Wachs gebraucht, welches eine biegsame Paste giebt.

Geschichte des Magnetismus.

Die Kenntniß des natürlichen Magnets ist sehr alt. Schon in dem Gedichte von den Steinen (Λίθικα), das den Namen des Orpheus führt, vermuthlich aber von Onomakrit, einem Athenienser aus den Zeiten des Pisistratus herrührt, wird er unter dem Namen Μαγνήτης erwähnt, den er von der Stadt Magnesia in Lydien, wo man ihn vielleicht zuerst fand, erhalten haben soll. Theophrast und Plato geben ihm den Namen Ηρακλεῖα λίθος; welches sich daraus erklärt, weil nach dem Zeugniß eines ältern Schriftstellers beym Eustathius die Stadt Magnesia in Lydien auch Heraclea hieß. Beym Aristoteles heißt er einigemal vorzugsweise ἡ λίθος, bey spätern Schriftstellern kömmt er unter andern Benennungen (μαγνήσια, μαγνῆσσα, σιδηρίτης, σιδηραγωγὸς) vor.

Plinius (Hist. nat. L. XXXVI. c. 16.) spricht von der Anziehung des Magnets mit Erstaunen. „Quid lapidis rigore pigrius? Ecce sensus manusque tribuit illi natura. „Quid ferri duritie pugnacius? Sed cedit et patitur mores. „Trahitur namque a Magnete lapide, domitrixque illa „rerum omnium materia ad inane nescio quid currit, at„que ut propius venit, assistit teneturque et complexu „haeret.“ Ausserdem war auch schon das Abstoßen, das Durchwirken durch andere Körper und die Mittheilung bemerkt worden, wie Lucrez, der so viele Bemerkungen alter Naturforscher gesammlet hat, in folgender Stelle (De rer. nat. VI. v. 1400) angiebt:

Fit quoque, ut a lapide hoc ferri natura recedat
Interdum, fugere atque sequi consueta vicissim.
Exultare etiam Samothracia ferrea vidi:
Et ramenta simul ferri furere intus ahenis
In scaphiis, lapis hic Magnes cum subditus esset,
Usque adeo fugere a saxo gestire videtur
Aere interposito, discordia tanta creatur.

Nirgends aber findet sich bey den Alten eine Erwähnung der Polarität, deren Entdeckung ein Werk des Zufalls, und gewiß nicht vor dem zwölften, vielleicht gar erst im vierzehnten Jahrhunderte n. C. G. gemacht ist, s. Compaß. Der ungemein wichtige Nutzen dieser Entdeckung für die Schiffahrt und den Handel machte den Magnet vollends zu einem Gegenstande der allgemeinen Bewunderung. Durch den häufigen Gebrauch, welchen die Schiffer davon machten, ward (doch vielleicht erst im 16ten Jahrhunderte) die Abweichung und Neigung der Magnetnadel entdeckt; allein man vernachläßigte in den damaligen Zeiten die Experimentaluntersuchung, und begnügte sich, die magnetischen Erscheinungen als eines der größten Mysterien der Natur anzusehen, wodurch man noch mehrere unerklärbare und geheimnißvolle Sympathien und Antipathien glaublich zu machen suchte.

William Gilbert, ein englischer Arzt (De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure, physiologia nova. Lond. 1600. fol.) unternahm es, die magnetischen Erscheinungen in ein System zu bringen, und den Magnetismus der ganzen Erde dabey zum Grunde zu legen. Er gab zuerst die kugelförmigen Magnete oder Terrellen an, von denen er sich doch mehr versprach, als sie in der Folge geleistet haben. Inzwischen hatte er den Begrif von freundschaftlichen und feindlichen Polen oder Seiten des Magnets und der Erde richtig gefaßt, und fand damit, weil sich daraus viel Phänomene erklären, verdienten Beyfall. Kepler, dem diese magnetische Philosophie sehr gefiel, machte davon in der physischen Astronomie Gebrauch, zum Theil aber mit unglücklichem Erfolg, s. Gravitation. Nicolaus Cabeus (Philosophia magnetica. Ferrar. 1629.) trug dieses System mit einigen Zusätzen vor, erwähnte zu-

erst den Magnetismus des Eisens, und erklärte alles aus ein- und ausströmenden Materien. **Kircher** (Ars magnetica), **Schott** (Magia naturalis) de **Lanis** (Magisterium naturae et artis) haben viele Beobachtungen über den Magnet gesammlet, und Kunststücke angegeben, die sich mit Hülfe desselben bewirken lassen. Aber die damaligen Kenntniße vom Magnet waren durch eine Menge Fabeln verunstaltet. Man glaubte z. B., daß er durch Reiben mit Knoblauch und durch die Berührung des Diamants seine Kraft verliere, daß Muhammeds Sarg durch zween Magnete in der Luft schwebend erhalten werde, daß nach Galens Behauptung ein Pflaster von Magnetstaub Eisen aus den Wunden ziehe u. dgl.

Descartes gab in seinen Principiis philosophiae eine mechanische Erklärung der magnetischen Erscheinungen durch den doppelten Wirbel einer Materie aus schraubenähnlichen Theilchen. Seitdem hat man fast allgemein eine besondere magnetische Materie angenommen. Weit vortheilhafter aber waren die Experimentaluntersuchungen, wozu die florentiner Akademie del Cimento, und bald nachher die gelehrten Gesellschaften zu Paris und London Gelegenheit gaben. Diese schätzbaren Erfahrungen hat **Musschenbroek** (Diss. physica exp. de Magnete, in s. Diss. phys. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4. No. 1.) gesammlet, und mit eignen vermehrt. In diesen Zeitraum gehört auch **Vallemonts** Entdeckung eines ursprünglichen Magnetismus in der Spitze des Kirchthurms zu Chartres (Description de l'aimant, qui s'est formé à la pointe du clocher neuf de Notre-Dame de Chartres. à Paris, 1692. 12.), und **Halleys** sinnreiche Theorie der Abweichungen der Magnetnadel. Was man damals vom Magnete aus Erfahrung wußte, findet sich in **Wolfs** nützlichen Versuchen (Th. III. Cap. 4.) beysammen.

Descartes Hypothese ward zuerst von **Dalencé** (Traité de l'aiman. Amst. 1687. 8.) verbessert, der den doppelten Wirbel in einen einfachen, und die schraubenförmigen Gänge in Canäle mit Fasern verwandlete. Diese Gedanken haben nachher **du Fay**, **Euler** und **du Tour** weiter

ausgeführt, da hingegen **Johann** und **Daniel Bernoulli** den doppelten Wirbel wiederum angenommen haben.

Eine der wichtigsten Entdeckungen des gegenwärtigen Jahrhunderts betrift die ursprüngliche Erregung und große Verstärkung der Kraft in den künstlichen Magneten. Herr **von Reaumür** (Mém. de Paris, 1723.) machte zuerst Beobachtungen über die Mittel, das Eisen ohne Magnet zu magnetisiren, und **du Fay** setzte dieselben in den Jahren 1728, 1730, 1731 fort. Was in England **Savery**, **Marcel**, **Knight**, **Mitchell** und **Canton** hierinn geleistet haben, ist nebst den Methoden des **Antheaulme** schon oben angeführt worden. Die ältern erzählt der **P. Rivoire** (Traité sur les aimans artificiels. à Paris 1752. 12.); mehrere dazu gehörige Versuche hat **Nebel** (Diss. de magnete artificiali. Ultraj. 1756. 4. übers. im Hamburg. Magaz. B. XVII. S. 227.) angestellt.

Durch die zwischen Elektricität und Magnetismus entdeckten Aehnlichkeiten sind die Systeme der magnetischen Wirbel sehr zweifelhaft geworden. **Aepinus** (Sermo acad. de similitudine vis electr. et magnet. Petrop. 1758. 4. übers. im Hamb. Magaz. B. XXII. S. 227. ingl. Tentamen theoriae electric. et magnetismi. Petrop. 1759. 4.) versuchte **Franklins** Theorie der Elektricität auf den Magnet anzuwenden. **Brugmans** aber und **Wilke** (Schwed. Abhdl. v. J. 1766. im 28sten B. der deutsch. Uebers.) haben fast noch glücklicher zwo magnetische Materien zur Erklärung angenommen; da hingegen Herr **van Swinden** sich gänzlich gegen die Voraussetzung magnetischer Flüßigkeiten erklärt. Unstreitig sind wir in der Kenntniß des Magnets noch allzuweit zurück, um über diese Aehnlichkeit mit der Elektricität entscheiden zu können, welche inzwischen eine sehr bequeme Vorstellungsart verschaft, und die so manniqfaltigen magnetischen Erscheinungen auf wenige einfache Gesetze zurückführt, wobey man nur nicht glauben muß, die physische Ursache zu kennen, die ja selbst bey der Elektricität noch unbekannt ist.

Die Lehre vom Magnet ist in ihrer neusten Gestalt von **Tiberius Cavallo** (Treatise on Magnetism in theory and practice. London, 1787. 8maj. übers. Leipzig, 1788.

gr. 8.) kurz und lehrreich vorgetragen worden. Wenn man hiemit Brugmans Tentamina philosophica nach der vom Verfasser selbst sehr bereicherten deutschen Uebersetzung des Herrn Doctor und Prof ssor Eschenbach (Philos. Versuche über die magnetische Materie. Leipzig, 1784. 8.) verbindet, so findet man eine sehr richtige und vollständige Belehrung. Kunststücke mit versteckten Magneten, worinn es besonders Comus in Paris sehr weit gebracht hat, beschreiben Guyot (Physikal. und mathemat. Belustigungen, Th. I.) und Wiegleb (Natürl. Magie S. 67–132).

Hypothesen über die Ursache des Magnetismus.

Seit Gilberts Zeiten ist man darüber einig, daß die magnetischen Erscheinungen großentheils vom Magnetismus der Erdkugel herrühren, den man hiebey als ein unbezweifeltes Phänomen zum Grunde legen kan. Daraus folgt, daß bey jedem Magnete das im Kleinen vorgeht, was bey der Erde im Großen statt findet, und man fragt nun, was dieses sey.

Descartes (Princip. philos. P. IV. §. 133. sqq.) nimmt an, eine feine aus Schräubgen oder Spiralen bestehende Materie ströme aus dem Nordpole jedes Magnets in den Südpol; eine ähnliche aus Schräubgen, die nach der entgegengesetzten Richtung gewunden sind, ströme aus dem Südpole in den Nordpol. Im Eisen gebe es ausgehölte Canäle, wie Schraubengänge gewunden, von zwo Sorten, jede für eine der gedachten Materien passend. Diese Canäle sind entweder schon da, oder die Materie bildet sie erst zwischen den nachgebenden Fäserchen des Eisens. Die aus den Polen strömenden Materien finden Widerstand in der Luft, bilden daher Wirbel, und gehen an beyden Seiten des Magnets in den andern Pol durch krumme Linien zurück.

Hieraus wird nun erklärt, wie die Wirbel der Erdkugel jedem Magnete die Richtung geben, wie eben dies geschieht, wenn man zween Magnete an einander bringt, wie alsdann Anziehung erfolgt, wenn die freundschaftlichen Pole zusammen kommen, und die Wirbel beyder Magnete

in einen einzigen zusammengehen, wie hingegen Repulsion entsteht, wenn die aus feindlichen Polen strömenden Materien sich Platz zu ihren Wirbeln machen müssen, u. s. w. Das Willkührliche in diesem System fällt in die Augen, und der angenommene Widerstand der Luft widerspricht den Versuchen, welche im luftleeren Raume eben so erfolgen; dennoch bleibt dem Descartes das Verdienst, die Bahn gebrochen und andere auf leichtere Theorien geleitet zu haben.

Valencé, dem eine Materie aus Schrauben mit Recht mißfiel, setzte an die Stelle der cartesianischen Schraubengänge Canäle mit Fasern oder Klappen, welche die durchströmende Flüßigkeit nur nach einer Richtung durchlassen, nach der andern aber ihr den Weg verschließen. Auch nahm er statt des doppelten Wirbels nur einen einfachen an (s. Act. Erud. Lips. 1687. Aug. p. 424.). Diese Hypothese trug auch **dü Fay** (Mém. de Paris, 1728.) vor, und nahm an, daß die aus dem Südpole der Erde strömende Materie in den Südpol des Magnets eingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerstand der Luft umgelenkt zum Südpole zurückkehre, auch daß die Fasern des Eisens bey senkrechter Stellung eines Stabs durch ihre Schwere oder durch Hämmern u. dgl. in die gehörige Richtung kämen, woraus er den von **Vallemont** und **Reaumür** entdeckten ursprünglichen Magnetismus erklärt. Dies wurde noch umständlicher durch die Herren **Euler**, **dü Tour**, auch **Johann** und **Daniel Bernoulli** ausgeführt (Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l'ac. des Sc. To. V.), als die pariser Akademie die Preisfragen für 1744. und 1746. auf diesen Gegenstand gerichtet hatte.

Euler (Opusc. To. III. continens nouam theoriam magnetis praemio condecor. 1744. Berol. 1751. 4.) hält die magnetische Materie für die feinern Theile des Aethers, welche sich mit den übrigen gröbern Theilen nicht ohne Schwierigkeit vereinigen können. Die Gänge des Magnets und Eisens sind Canäle, wie AB Taf. XVI. Fig. 36. mit Fasern, die sich von A nach B neigen, und Klappen

bilden, welche den feinen Aether zwar von A nach B, nicht aber rückwärts durchlassen. So dringt dieser feinere Aether wegen seiner äussersten Elasticität bey A ein, strömt bey B hervor, und wird hier durch den Widerstand des gröbern Aethers in einem einfachen Wirbel nach A zurückgetrieben. Dies dauert so lang, bis sich beyde Arten des Aethers nach und nach wieder vermischt haben. Die Erde selbst ist wegen der großen Menge Eisen und Magnet, die sie in sich faßt, mit ähnlichen Gängen erfüllt, und so mußte sich um sie ein großer Wirbel bilden.

Hiebey ist nun freylich die Luft entbehrlich; aber es ist auch sehr gewagt, den Aether, von dem man gar keine Erfahrungen hat, noch in zwo Sorten von verschiedener Feinheit zu sondern. Uebrigens müßte der Erdwirbel den Wirbel des Magnets beständig stören. Euler entscheidet zwar nicht, aus welchem Pole der Erde der Aether komme, und in welchen er gehe. Aber man setze, er komme von A, so muß er die Geschwindigkeit des aus dem Magnete von B her zurückkehrenden Aethers vermindern. Kömmt er aber von B, so wird er entweder die Stellung des Magnets BA umkehren, und die vorige Schwierigkeit wiederbringen, oder es wird sonderbar bleiben, daß er von B herkömmt, und doch von A einströmt. Auch bleibt beym einfachen Wirbel unbegreiflich, wie beyde Pole ein unmagnetisches Eisen mit gleicher Stärke und Geschwindigkeit anziehen können. Endlich bestimmt Euler selbst, daß nach seiner Hypothese die gerade Figur die geschickteste zu starken Magneten seyn müsse, da doch der Erfahrung gemäß die hufeisenförmigen Magnete den geraden Stäben an Stärke nichts nachgeben.

Dü Tour nimmt eben den einfachen Wirbel und eben den klappenartigen Bau der Canäle des Eisens an, scheint aber die Schwierigkeit wegen der Störung und gehinderten Bewegung des Wirbels mehr gefühlt zu haben. Er legt also den Fasern des Eisens eine Kraft bey, die Oefnungen zu verengern und zu erweitern, und läßt dadurch die magnetische Materie während des Durchgangs

immer neue Stöße erhalten, die ihr mehr Geschwindigkeit mittheilen, als ihr der widerstehende Strom auf dem Rückwege nehmen kan. Dies heißt aber eine Hypothese auf die andere setzen. Uebrigens erklärt du Tour die Entstehung des Wirbels aus dem Widerstande der Luft, ohne sich an die Versuche im luftleeren Raume zu kehren.

Daniel und Johann Bernoulli hingegen nehmen den doppelten Wirbel des Descartes an, und legen deshalb in das Eisen Canäle von doppelter Art, wie AB und CD, Taf. XVI. Fig. 36., deren Klappen sich nach entgegengesetzten Seiten öfnen. Die Fasern sind elastisch, und drücken, wenn sie in schwingende Bewegung gerathen, die magnetische Materie aus den zwischen ihnen befindlichen Räumen durch die Klappen heraus. Die Elasticität der Materie selbst, welche in der innern Bewegung der Theile besteht, wird beym Durchgange durch so enge Röhren gehemmt, und die Bewegung in eine blos fortgehende verwandlet; beym Rückgange zum andern Pol aber kehrt diese Elasticität nach und nach wieder zurück. Die Erscheinungen lassen sich hieraus ganz gut erklären, allein wie könnte wohl die Verwirrung unter den in verschiedenen Richtungen bewegten Wirbeln vermieden werden, und müßte nicht jeder Magnet und alles Eisen fast aus lauter Fasern bestehen, deren Lage oft durch einen einzigen Strich eines starken Magnets umgekehrt würde, da sich die Pole so leicht verwechseln lassen?

Unstreitig haben die Figuren, Taf. XVI. Fig. 27., welche der Feilstaub auf Glas bey untergelegtem Magnet annimmt, viel dazu beygetragen, die Systeme der Wirbel in Ansehen zu erhalten. Musschenbroek (Diss. de magnete. Tab. III. et IV.) und Bazin (Description des courants magnetiques. à Strasb. 1753. 4. deutsch im Hamburg. Magaz. B. XII. S. 579.) haben diese Figuren genau untersucht und abgebildet. Sie beweisen aber gar nichts für die Wirbel, und Musschenbroek (p. 119.) erklärt sie schon sehr richtig. Brugmans (Philos. Vers. S. 99. u. f.) bestreitet die Systeme der magnetischen Wirbel mit Gründen, denen man schwerlich etwas gleich starkes wird

entgegensetzen können. Man kan durch den magnetischen Wirbel kein stählernes Rad umtreiben, wie durch den elektrischen Strom möglich ist, und ein schwimmender Magnet wird weder gen Süden noch gen Norden fortgetrieben.

Aepinus nimmt, wie Franklin bey der Elektricität, eine einzige magnetische Materie an, deren Theile einander abstoßen, von den Theilen des Magnets und Eisens aber angezogen werden. Das Eisen setzt der Bewegung dieser Materie durch seine Zwischenräume Hinderniße entgegen, und verhält sich daher, wie ein Nichtleiter, doch nähert sich weiches Eisen etwas mehr der Natur der Leiter; dagegen giebt es gar keine magnetischen Leiter in dem Sinne, daß solche die Materie anziehen und frey durchlassen sollten. So entstehen die magnetischen Erscheinungen aus dem Ueberfluß oder Mangel der natürlichen Menge magnetischer Materie, und es giebt einen positiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreisen, in welchen die Vertheilung nach eben den Gesetzen, wie bey der Elektricität, erfolgt. Die Phänomene der Mittheilung fehlen, weil es keine Leiter giebt; doch im Eisen selbst, vorzüglich im weichen, heben sich Ueberfluß und Mangel wieder auf, und stellen das natürliche Gleichgewicht her. Diese sehr einfache Hypothese hat doch gleiche Schwierigkeiten mit der franklinschen Theorie selbst, und noch ausserdem diese, daß man dem Eisen unmöglich eben die Undurchdringlichkeit für die magnetische Materie beylegen kan, welche die Nicht-Leiter für die elektrische zeigen.

Wilke und **Brugmans** wollen daher lieber zwo besondere magnetische Materien annehmen. Der erstere giebt ihnen die Namen der positiven und negativen, der letztere die der nördlichen und südlichen. Die gleichartigen Materien ziehen sich an, die entgegengesetzten stoßen sich ab. In diesem einfachen Satze liegen alle Erklärungen der Phänomene des $+M$ und $-M$. Nur die Ausdrücke sind bey **Brugmans** noch etwas mehr hypothetisch. Das Anziehen der ungleichnamigen Pole, z. B.

erklärt er daraus, daß sich die nördliche Materie am einen mit der südlichen am andern ins Gleichgewicht setzt, daher die Elasticität der umgebenden Materie die Magnete zusammentreibt. Man sieht, daß er sich nicht mit dem simpeln Phänomene der Anziehung befriedigen will, sondern noch eine Ursache davon sucht, und diese im Drucke der umgebenden Materie zu finden glaubt. Wenn man diese Idee entfernt, und seine Ausdrücke nach der gewöhnlichen Sprache durch Anziehen, Abstoßen, Binden, Freylassen übersetzt, so enthält sein Buch einen wahren Schatz von wichtigen Beobachtungen, welche unabhängig von allen Hypothesen die wahren Gesetze des Magnetismus bestärken.

Herr Kratzenstein (s. Lichtenbergs Magaz. für das Neuste aus der Phys. I B. 4. St. S. 132. u. f.) sucht die magnetischen Erscheinungen aus einer oscillirenden oder wellenförmigen Bewegung der magnetischen Materie herzuleiten, bey der sich die Welle an einem Pole zusammenzieht, wenn die am andern sich ausbreitet. Die kleinern Theile des Magnets oscilliren übereinstimmend mit den Wellen der allgemeinen magnetischen Atmosphäre, wie gleichgestimmte Saiten in schallender Luft. Das Eisen ist dieser Vibrationen fähig, weil ihm die merkurialische Elementarerde mangelt, die in den andern Metallen ähnliche Bewegungen hindert. In den übrigen Körpern ist vermuthlich die Gegenwart des Acidums, oder der Mangel des Brennbaren, oder die geringe Dichte Schuld an dem Mangel der magnetischen Eigenschaften. Alle diese Behauptungen möchten wohl eben so schwer, als das Daseyn der Merkurialerde in den Metallen, zu beweisen seyn.

Herr Gabler (Naturlehre, München, 1778. 8. ingleichen Theoria magnetis, explicauit *Matth. Gabler.* Ingolst. 1781. 8.) bringt die Theorie des Magnets auf den Satz, daß alle Eisentheilchen, jedes für sich, wahre Magneten sind, und im Eisen nur wegen ihrer unordentlichen Lage keine magnetischen Erscheinungen äussern können. Dies ist sehr sinnreich ausgedacht, und es läßt sich ungemein viel

daraus erklären. Was aber die erste Ursache des Magnetismus sey, bleibt dabey noch immer unerklärt. Rittenhouse (Transactions of the american philosophical Society at Philadelphia. Vol. II. 1786. 4.) trägt eine sehr ähnliche Theorie vor, nach welcher zwar nicht alle, aber doch viele Theile des Eisens, Magnete seyn sollen, die aber erst durch einen darangehaltenen Magnet, oder durch Hämmern, in ihre rechte Lage kommen. Ueberdies nimmt er an, es sey durch die ganze Natur eine gewisse Kraft verbreitet, welche auf diese kleinen Magnetchen nach der Richtung der Magnetnadel wirke, welches er durch Versuche mit Stangen zu beweisen sucht, die in den magnetischen Meridian gelegt, durch bloßes Klopfen magnetisch werden.

Herr van Swinden bleibt ganz bey den Gesetzen des Magnetismus stehen, und hält es für überflüßig, magnetische Materien anzunehmen, die doch nur unzureichende und hypothetische Erklärungen verschaften, und über deren Natur, Bewegung und Wirkungsart man keine Erfahrungen habe. Brugmans vertheidigt dagegen diese Materien sehr ernstlich. Er glaubt, man fühle sie, wenn man zwey große Magnete mit den freundschaftlichen Polen an einander streiche; Newton billige ja selbst die Versuche, die Anziehung aus dem Drucke einer Materie zu erklären, und man könne doch die bewunderungswürdige Erzeugung, Verstärkung, Schwächung und Vertilgung des Magnetismus bey unveränderter Masse, unmöglich einer anziehenden Kraft allein zuschreiben. Wie es auch um das Fühlen der Materie stehen mag, so verdienen doch die übrigen Gründe Herrn Brugmans allen Beyfall. Allerdings sind die Gesetze das einzige Gewisse, die Ursachen sind verborgen und ungewiß: das ist aber noch kein Grund, alle Untersuchungen und Muthmaßungen darüber abzubrechen, welche doch ohne Voraussetzung von Materien nicht wohl statt finden. Denn was soll das seyn, das sich bindet und frey läßt, wenn es nicht ein reelles Wesen, oder eine Materie, ist?

Die Aehnlichkeit des Magnetismus mit der Elektricität, welche nach Musschenbroek (Introd. ad philos. nat. §. 996.) auch Aepinus (Nov. Comm. Petrop. To. X. p. 296.), Cigna (Miscell. Taurin. To. I. übersetzt im Neuen Hamb. Mag. VI. Band. S. 35.) und die Verfasser der bayrischen Preisschriften für die Jahre 1774. u. 1776, Steiglehner und Hübner (Recueil des mém. sur l'analogie de l'electricité et du magnetisme par *van Swinden*. III Tomes. à la Haye. 1784. 8.) auseinander gesetzt haben, könnte wohl auf den Gedanken leiten, daß beyderley Phänomene durch eben dieselben Materien bewirkt würden. Vielleicht sind aber diese Aehnlichkeiten nur allgemeine Gesetze der Wirkungsart mehrerer elastischen Flüßigkeiten. Es findet sich dagegen auch viel Unähnliches zwischen Elektricität und Magnet, wie Franklin (Lettre à Mr. *Barbeu Dubourg* in *Sigaud de la Fond* Precis des phénom. électriques, Paris, 1781. 8.), Lichtenberg (Anmerk. zu Erxleb. Naturl. §. 569.) und besonders van Swinden (in dem erst angeführten Recueil des mém.) zeigen, z. B. in der langen Dauer und großen Stärke der magnetischen Anziehung, daß sich der Magnetismus blos auf Eisen einschränkt, daß man das +M und —M durch keinen Schlag vereinigen kan u. s. w. Schillings Beobachtungen über den Zitteraal (Nouv. mém. de l'acad. de Prusse. 1770. p. 68.), nach welchen die Erschütterung dieses Fisches mit dem Magnet zusammenzuhängen schien, sind von Ingenhouß und Spallanzani falsch befunden worden, s. Zitteraal.

Petr. van Musschenbroeck Diss. de magnete in Diss. phys. exp. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4maj.

Ej. Introductio ad philos. nat. To. I. cap. 19. §. 946. sqq.

Anton Brugmans Beob. über die Verwandtschaften des Magnets, a. d. latein. von C. G. Eschenbach. Leipz. 1781. 8.

Ebend. Philosoph. Versuche über die magnetische Materie, a. d. lat. mit Zusätzen des Verf. von C. G. Eschenbach. Leipz. 1784. 8.

Karstens Anleitung zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur XXI. Absch.

Errlebens Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg XI. Absch. §. 553. u. f.

Tib. Cavallo Abhandl. vom Magnetismus. a. d. engl. Leipz. 1788. gr. 8.

Magnetismus, Magnetismus, *Magnetisme.* Der Inbegrif der magnetischen Erscheinungen, oder auch der Zustand eines Körpers, in welchem er diese Erscheinungen zeigt. So viel man aus den bisherigen Erfahrungen folgern kan, scheinen blos der Magnet und das Eisen eines solchen Zustands fähig zu seyn, und wenn andere Körper magnetische Erscheinungen zeigen, so geschieht dies blos, in so fern sie Eisen im metallischen Zustande bey sich führen.

Natürlicher Magnetismus kömmt dem Magnete, **künstlicher** dem durch Veranstaltungen magnetisirten Eisen oder Stahle zu. Der letztere ist entweder **mitgetheilter**, wenn man sich zu diesen Veranstaltungen anderer Magnete bedient, oder **ursprünglicher**, wenn man bey Erregung desselben blos den der ganzen Erdkugel eignen Magnetismus genützt hat. In beyden Fällen ist eigentlich nur Störung des Gleichgewichts durch Vertheilung vorhanden, s. **Magnet**.

Man hat viel von Einwirkungen des Magnets in den menschlichen und thierischen Körper gesprochen, durch welche Veranlassung auch der Namen des **thierischen Magnetismus** (*Magnetisme animal*) entstanden ist. Nach Kirchers Bericht (Magnes s. de arte magnetica. Colon. Agripp. 1643.) haben schon Galen, Dioscorides und Avicenna dem Magnet eine Kraft zugeschrieben, die dicken Säfte im menschlichen Körper zu verbessern, Kröpfe zu heilen und Nervenschmerzen zu lindern: auch hat man ihn nach neuern Erfahrungen als ein Mittel wider Zahnweh und Magenkrampf angepriesen. Da das Eisen ein so allgemein verbreiteter Stof ist, und man es wirklich sowohl in den Säften, als in den festen Theilen der Pflanzen und Thiere findet, so ließe sich wohl die Möglichkeit eines solchen thierischen Magnetismus begreiflich machen:

allein man hat von dem allen noch keine sichern Erfahrungen.

Hingegen ist mehr als zu wohl bekannt, daß die Wirkungen, welche Meßmer anfänglich in Wien, und dann in Paris, vermittelst des Magnets im menschlichen Körper hervorzubringen suchte, Anlaß zu einer ganz neuen und sonderbaren Idee von thierischen Magnetismus gegeben haben, der zufolge man durch gewisse Behandlungen und Manipulationen des Körpers mit oder ohne Magnet geheime Kräfte erwecken und mittelst verborgner Einflüße Desorganisation, Somnambulismus, Divinationsvermögen, Crisen, Heilung vieler Krankheiten und andere Wunder bewirken will. Einsichtsvolle Männer haben dies aufs höchste für ein Spiel erklärt, das man mit der Einbildungskraft nervenkranker oder sonst getäuschter Menschen treibt (s. Rapport des Commissaires chargés par le Roi de l'examen du magnetisme animal. Paris. 1784. 4.): unläugbar aber hat sich auch Schwärmerey, und oft sogar grober Betrug, in die Sache gemischt. Hoffentlich werden diese Täuschungen, wie viele andere, von selbst aufhören, wenn ihre Zeit vorüber seyn wird. Da sie mit dem physikalischen Magnetismus nichts gemein haben, und die jetzigen Magnetiseurs sogar den Magnet nicht mehr gebrauchen, so gehört alles dies nur in sofern hieher, als man dabey den Namen Magnetismus mißbraucht: übrigens ist es der Würde des Physikers gemäß, ganz davon zu schweigen.

D. Ingenhouß (Vom Magnete in s. Vermischten Schriften Th. I. S. 411.), ein eben so einsichtsvoller Arzt, als großer Naturforscher, drückt sich über die wiener Vorgänge mit folgenden Worten aus: „Ich weiß keine sichere „Thatsache, welche bewiese, daß die magnetische Kraft auf „die thierische Haushaltung einigen Einfluß habe. Das, „was ich selbst zu sehen Gelegenheit hatte, und welches am „meisten Geschrey machte, und gewissen übrigens einsichts„vollen Personen das größte Vertrauen einflößte, hat, im „Grunde untersucht, mich dergestalt entfernt, ihm je„mals den mindesten Glauben beyzumessen, daß es sogar

„die Möglichkeit, in Zukunft ähnliche Fälle, von welchem „Ansehen sie auch unterstützt werden möchten, zu glauben, „in mir vertilgt hat."

Magnetnadel, Acus magnetica, Versorium, *Aiguille aimantée.* Diesen Namen führen die mit dem Magnet bestrichenen stählernen Nadeln oder langen dünnen Platten, welche sich, wenn sie frey hängen, mit ihren beyden Enden gegen die magnetischen Pole der Erde kehren, und dadurch zu Erforschung der Weltgegenden dienen. Zwar sind die magnetischen Pole der Erde nicht einerley mit den Polen ihrer Umdrehung, und die Richtung der Magnetnadel fällt also nicht in die Mittagslinie selbst, s. **Abweichung der Magnetnadel:** auch steht die in ihrem Schwerpunkte aufgehangene Nadel nicht wagrecht, sondern neigt sich mit einem Ende gegen den Horizont, s. **Neigung der Magnetnadel.** Hier setzen wir diese beyden Umstände inzwischen beyseit, und nehmen die Nadel so aufgehangen an, daß der eine Theil etwas schwerer als der andere ist, damit sie sich der Neigung ohngeachtet wagrecht stelle. So bleibt noch die Materie der Nadeln, ihre Gestalt, die Art, sie zu bestreichen, und ihre Aufhängung zu betrachten übrig.

Man verfertigt die Magnetnadeln am besten aus dem feinsten und härtesten Stahle. Das Härten des Stahls verändert aber oft seine Gestalt, und macht ihn krumm, besonders wenn er eine längliche Form hat. Man muß daher die Magnetnadeln beym Feilen etwas breiter lassen, als nöthig ist, und ihnen erst nach dem Härten ihre gehörige Gestalt und Größe durch Abschleifen geben. Gewöhnlich bringt man die Nadeln nach **Muschenbroeks** Vorschlage nur auf die blaue Federhärte. Allein dies ist gar nicht zu billigen. Sie nehmen zwar in diesem Zustande den Magnetismus schneller an; aber sie verlieren ihn auch wiederum weit leichter.

Die Gestalt der Nadeln muß so einfach, als möglich, und frey von hervorragenden Theilen und unregel-

mäßigen Verzierungen seyn. Man muß sie so einrichten, daß sie nicht mehr als zween magnetische Pole haben, und daß diese in einerley Vertikalebne mit dem Aufhängungspunkte fallen. Die gewöhnliche Form eines Pfeils, oder einer Nadel mit einer Lilie an der Spitze ist also gerade eine der unschicklichsten. Am besten ist die Gestalt eines Parallelogramms oder einer dünnen ablangen Platte, deren Enden sich entweder geradlinigt, oder mit zween Linien schliessen, die unter einem sehr stumpfen Winkel zusammenstossen. **Cavallo** räth, um die Pole sicherer in die Axe zu bringen, an, die Nadeln nicht breit, sondern lieber etwas dicker zu machen, wenn man ihnen ja mehr Masse geben will. Die gewöhnlichen zu Seecompassen sind zwischen 4 und 5 Zoll lang; bey denen, die zur Beobachtung der täglichen Variation dienen, geht man bis 8 Zoll.

Man kan den Nadeln durch armirte natürliche oder durch künstliche Magnete die Polarität entweder vermittelst des einfachen oder des Doppelstrichs mittheilen, s. *Magnet*. Am stärksten aber lassen sie sich nach der von D. Knight angegebnen Methode so magnetisiren. Man legt zween starke künstliche Magnetstäbe in eine gerade Linie mit den freundschaftlichen Polen zusammen, setzt mitten auf dieselben da, wo sie sich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befestiget dieselbe so, daß ihre beyden Helften längst der beyden an einander gelegten Stäbe hin liegen, und zieht alsdann beyde Stäbe aus einander, so, daß sie langsam unter den beyden Helften der Nadel hin gleiten. Wenn man alsdann die Magnetstäbe von der Seite her wieder unter die Nadel bringt, und das Verfahren wiederholt, so kan man der letztern eine sehr starke Kraft mittheilen. Bey D. Knight's starken künstlichen Magneten war ein einziger Strich schon hinreichend.

Was die Arten der Aufhängung betrift, so könnte die einfachste Magnetnadel eine gewöhnliche mit dem Magnet bestrichene Nähnadel seyn, die entweder an einem um die Mitte gebundenen Faden schwebend aufgehangen, oder

mit ein wenig Kork auf der Oberfläche des Wassers in einem Gefäße schwimmend erhalten würde. Von diesen beyden Methoden aber würde die erste wegen der Steifheit und des Drehens der Fäden, die zwote wegen der Bewegung gegen die Ränder des Gefäßes sehr unbequem seyn. Das gewöhnlichste und beste Mittel, den Nadeln ein freyes Spiel zu geben, ist also dieses, daß man sie horizontal mit ihrer Mitte auf sehr scharfen Spitzen ruhen läßt. Man giebt ihnen in dieser Absicht in der Mitte ein Hütchen (*chape*, *chapelle*), oder eine konische Höhlung, deren Scheitel auf dem Stifte so ruhet, daß der Schwerpunkt der Nadel gerade unter diesen Aufhängungspunkt fällt. Die Nadel wird dabey in der Mitte durchbohrt, in die Oefnung ein Stück geschlagnes Messing gepasset, und in dieses die kegelförmige Höhlung gebohrt. Der Stift ist gewöhnlich von Messing, mit einer stählernen Spitze. Damit diese sich nicht in das Messing einbohre, setzt man bey den besten Nadeln ein Stück Agat auf den obern Theil des Messings, wodurch sie ein sehr freyes und leichtes Spiel erhalten. Dies heissen Nadeln mit Agathüten; s. Taf. XVI. Fig. 37.

Um das Durchbohren der Nadel zu vermeiden, welches einige wegen der unregelmäßigen Gestalt für nachtheilig halten, hat man folgende Aufhängungsart vorgeschlagen. Die Nadel AB, Taf. XVI. Fig. 38. wird an das umgebogne messingne Stück CED befestiget, in dessen Mitte bey E ein Agathütchen angebracht ist. In das Gehäuse KL, Fig. 39. wird ein Stab FH eingelegt; dieser hat auf seiner Mitte einen zugespitzten Stift I, auf welchem E, Fig. 38. ruht; die Nadel AB bewegt sich unter dem Stabe FH, welcher zwischen ihr und CD durchgeht. Hiebey kan aber die Nadel noch nicht völlig eine halbe Umwendung machen. Auch lehren die Versuche, daß das Durchbohren der Richtung der Nadel nicht schadet, daß man sie auch ohne Bedenken in der Mitte etwas breiter machen kan, wenn nur alles wohl abgerundet und auf beyden Seiten gleichförmig gearbeitet wird, wie Taf. XVII. Fig. 63.

Cavallo beschreibt eine sehr sinnreiche Art, die Nadeln aufzuhängen, nach einigen Seecompassen, welche D. Lind, Arzt zu Windsor, mit aus China gebracht hatte. Taf. XVI. Fig. 40. zeigt diese chinesische Nadel so, daß das Auge in der verlängerten Richtung derselben steht, Fig. 41. stellt sie von der Seite dar. I ist ein dünnes, leichtes messingnes Hütchen, welches gegen den Rand zu ein paar einander gegenüberstehende Löcher hat. BB ist ein sehr dünner Streif Messing, am obern Theile bey A wie ein Ring gestaltet, durch welchen die Nadel CD hindurch geht. Die äussern Enden dieses messingnen Streifs gehen durch die Löcher am Rande des Hütchens I, und sind durch Umbiegung über den Rand daran befestiget. Die Nadel selbst ist ein cylindrischer stählerner Drath, 1 Zoll lang und $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser, halb roth und halb schwarz, um Nord- und Südpol zu unterscheiden. Dies alles ruht auf der Spitze B, auf der es sich gemächlich bewegen kan. Die Nadel liegt zwar über dem Aufhängungspunkte B, aber weil sie sehr leicht ist, und das messingne Hütchen mit dem Streife weit herunter reicht, so fällt doch der Schwerpunkt des Ganzen unter B, daß also die Nadel nicht fallen kan. Ueberdies wird sie auch noch durch das dünne messingne Blatt FG, welches bey BB durchlöchert ist, gehalten.

D. Ingenhouß (Vermischte Schriften, Th. I. S. 383. u. f.) erzählt verschiedene Versuche, der allzugroßen Beweglichkeit der Magnetnadeln abzuhelfen, welche bey der starken Kraft, die man ihnen durch die neuern Methoden geben kan, für den Beobachter sehr beschwerlich ist. Er hält endlich für das Beste, sie in einem flüßigen Mittel aufzustellen, wie etwa die Astronomen das Senkbley am Quadranten in Oel gehen lassen. Daher schlägt er zur Magnetnadel ein Stahlröhrchen vor, das wegen seiner Höhlung auf feinem Leinöle schwömme. Aus der Mitte desselben müßten Spitzen herauf und herunter gehen, und in zwey Agathütchen ruhen, deren eines am Deckel, das andere am Boden des Compasses befestiget wäre, um die Nadel zu halten.

Oft wird auch die Magnetnädel gebraucht, um zu bestimmen, ob in Substanzen, die man ihr nähert, einiger Magnetismus vorhanden sey. Hiebey muß sie sehr geringe Grade von Magnetismus anzeigen, und daher so frey, als möglich, aufgehangen seyn. Cavallo fand dazu nach verschiedenen Proben eine Kette von Pferdehaar bequem, die etwa aus fünf bis sechs Gliedern bestand, und an welche er die Nadel hieng. Jedes Glied hat ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, und die Enden jedes Stückchens Haar, woraus ein Ring gebildet wird, sind mit einem Knoten zusammengebunden und mit Siegellak befestiget. Das oberste Glied wird an einen Stift gehangen, und in das untere etwas feiner Silberdrath, woran ein Häckchen gebogen ist, eingehängt. Dieser Drath ist etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und mit dem untern Ende um ein kleines cylindrisches Stückchen Kork gebunden, wodurch eine magnetisirte Nähnadel horizontal durchgesteckt ist. Wegen der Glätte und Leichtigkeit des Haares bewegen sich die Glieder der Kette sehr frey in einander, und die Nadel stellt sich ganz genau wieder in die gehörige Richtung, wenn sie auch durch Schütteln aus derselben gebracht worden ist.

Herr van Swinden zeigt, daß Nadeln oder viereckigte magnetische Prismen, wenn sie ausserhalb des Mittelpunkts ihrer Bewegung unterstützt werden, sich nur dann im magnetischen Meridian erhalten können, wenn ihre Pole gleich stark sind. Sind hingegen die Pole ungleich, so weicht die Nadel vom magnetischen Meridian desto mehr ab, je größer die Ungleichheit der Pole und je weiter die Nadel vom Mittelpunkte der Bewegung entfernt ist; doch giebt es in dieser Entfernung ein Maximum, über welches hinaus die Abweichung wieder kleiner wird. Er will auch die Nadeln nicht durchlöchert wissen, und den Gebrauch der Hüte nicht zulassen; er thut sie vielmehr in ein Behältniß, welches an einem Ringe hängt, und worinn sie auf einer Spitze ruhen.

Von der Art, die Magnetnadeln zum Gebrauch der Schiffarth, ingleichen zu den Beobachtungen der Ab-

weichung und Neigung einzurichten, s. die Worte: **Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.**

Daß man bey den Beobachtungen der Magnetnadel alles Eisen entfernen müsse, fällt von selbst in die Augen. Ausserdem wirken auch noch andere äussere Ursachen auf ihren Stand. **Brisson** führt eine Beobachtung an, daß im Jahre 1724 unter 41° 10' nördlicher Breite und 28° Grad Länge vom Cap Henri in Virginien die Nadel auf eine Stunde lang so unruhig geworden sey, daß man sie durch kein Mittel habe zum Stillstande bringen und zur Bestimmung des Weges nützen können; ingleichen, daß nach **Ellis** Nachricht in seiner Reise nach der Hudsonsbay die Kälte den Nadeln ihre Kraft völlig genommen habe. Auch wirken Elektricität und Nordlicht auf die Richtung der Nadel.

v. Musschenbroek Introd. ad Philosoph. nat. To. I. §. 966.

Tib. Cavallo theoret. und praktische Abhandl. der Lehre vom Magnet, a. d. englisch. Leipzig, 1788. gr. 8. S. 89. u. f. 168. u. f.

Brisson Dict. rais. de physique Art: *Aiguille aimantée.*

Malleabilität, s. Dehnbarkeit.

Manometer, Dichtigkeitsmesser, Manometrum, *Manomètre.* Ein Werkzeug zu Abmessung der Veränderungen, welche die Luft in Ansehung ihrer Dichtigkeit leidet. Wäre die specifische Federkraft der Luft immer gleich groß, mithin ihre Dichte stets dem Drucke proportional, so würde das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichte der Luft angeben. Dies findet aber nicht statt, weil sich die specifische Elasticität durch Wärme, Feuchtigkeit und chymische Mischung ändert, s. **Luft.** Man bedarf also eigner Werkzeuge, um die Dichte der Luft an sich zu messen, und nennt dieselben **Manometer,** wofür **Wolf** den unschicklichen Namen **Luftmesser** vorschlägt.

Das erste, und noch immer das vollkommenste Werkzeug dieser Art, beschrieb Otto von Guericke schon im Jahre 1661 in einem Briefe an den P. Schott (s. dessen Technica curiosa, Herbip. 1664. 4. L. I. c. 21.), und dann auch in seinen Versuchen über den luftleeren Raum (Exp. noua de vacuo spatio p. 114.). Boyle (Philos. Trans. no. 14. p. 231. ingleichen in der Hist. frigoris tit. 14.) machte es als seine Erfindung bekannt. Beyde aber verkannten noch die wahre Absicht desselben; Guericke hielt es für ein Barometer, und Boyle legt ihm den Namen eines statischen Baroskops bey.

Eine kupferne Kugel, etwa von einem Schuh Durchmesser, wird, so viel möglich, von Luft geleeret, und dann fest verküttet. So hängt man sie an einen empfindlichen Wagbalken, und bringt sie ins Gleichgewicht mit einem am andern Ende hängenden Gegengewichte, das so klein, als möglich, ist. Man kan alsdann den Raum, den das Gegengewicht in der Luft einnimmt, für unbeträchtlich halten, mithin annehmen, es bleibe immer gleich schwer. Die Kugel hingegen, die einen weit größern Raum einnimmt, wird von ihrem wahren Gewichte so viel verlieren, als die Luft wiegt, die sie aus der Stelle treibt, s. Gewicht, d. i. **mehr**, wenn die Luft dichter, **weniger**, wenn sie dünner wird. So wird in dünnerer Luft die Kugel, in dichterer das Gegengewicht einen Ausschlag geben, den man entweder durch zugelegte kleine Gewichte, oder durch einen oben an der Wage befestigten und in Grade getheilten Kreisbogen abmessen kan. Bey der letztern Einrichtung muß vorher durch Versuche ausgemacht seyn, wieviel Gewicht jeder Grad des Ausschlags am Kreisbogen anzeige. Kennt man nun das Gewicht der Luft unter dem Raume der Kugel bey demjenigen Zustande des Luftkreises, bey welchem das Instrument verfertiget ward, so giebt die Größe des Ausschlags zu jeder andern Zeit den Theil davon an, um welchen die Dichte der Luft größer oder geringer ist; hätte z. B. die Luft, die das Volumen der Kugel ausfüllt, bey Verfertigung des Manometers 704 Gran gewogen, und gäbe jetzt das Gegengewicht 6 Gran Aus-

schlag, so wäre die jetzige Dichte der Luft um $\frac{6}{704}$ größer, als die anfängliche, oder sie verhielte sich zur letztern, wie 710: 704, d. i. wie $\frac{710}{704}$ zu 1.

Daß die Kugel luftleer sey, ist nicht unumgänglich nöthig, es erleichtert aber die Bestimmung der jedesmaligen Dichte, welche dadurch auf die eben angezeigte Rechnung gebracht wird, da man sonst noch auf das Gewicht der Luft in der Kugel Rücksicht nehmen müste. Auf diese Art hat Halley Versuche angestellt (Act. Erud. Suppl. To. II. Sect. 9. p. 435.) und gefunden, daß die Luft in England bey der grösten Sommerwärme um $\frac{1}{11}$ dünner, und bey der grösten Winterkälte um $\frac{1}{20}$ dichter sey, als bey den mittlern Temperaturen, wobey aber nicht auf die Feuchtigkeit gesehen ist. Eine sehr vollkommne Einrichtung dieses Guerickischen Manometers hat de Fouchy (Mém. de Paris, 1780. p. 73.) angegeben.

Varignon (Manomètre, ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel, Mém. de Paris 1705. p. 300.) beschreibt unter diesem Namen ein Werkzeug, welches die verlangte Absicht gar nicht erfüllet. Es besteht aus einem lothrechten cylindrischen Gefäße BC Taf. XVI, Fig. 42., an welches die im Zikzak gebogne Glasröhre CD EFG angeschmolzen ist, die sich in ein bey A ofnes Gefäß endigt. In BC ist Luft, und in der Röhre CDEFG Wasser. Wenn man durch ein Zeichen bey D bemerkt, wo das Wasser zur Zeit der Verfertigung stand, so kennt man den Raum BCD, den die eingeschloßne Luft bey ihrer damaligen Dichtigkeit füllte. Aendert sich nun ihre Dichte, so wird sie sich dem gemäß ausbreiten oder zusammenziehen, welches man durch das Vor- oder Rückwärtsgehen der Wasserfläche bey D wahrnimmt. Daher zeigt dieses Instrument die Dichte der in BCD eingeschloßnen Luft, die sich aber nicht, wie Varignon voraussetzt, auf gleiche Art mit der Dichte der äussern Luft ändert. Denn, obgleich die Wärme der Luft in BCD mit der Wärme der äussern einerley ist, so ist doch dieses nicht der Fall mit den übrigen Ursachen, welche die specifische Elasticität der äussern Luft än-

dern, nemlich der Feuchtigkeit und innern Mischung. Das Instrument ist auch noch darum mangelhaft, weil das Wasser nicht immer in beyden Schenkeln gleich hoch steht, und weil die Wärme bey BC nicht schnell genug durchs Glas dringt; daher es kaum den Namen eines Manometers verdient. **Wolf** (Nützl. Vers. Th. II. Cap. 4. §. 54.) schlägt eine andere Einrichtung desselben vor, wobey Quecksilber statt des Wassers gebraucht wird, und die Quecksilberflächen in langen horizontalen Röhren hin und her gehen: aber auch diese Anordnung behält den Fehler, daß sie nur die Dichte der eingeschloßnen, nicht der äussern Luft anzeigt.

Zu Bestimmung der Dichte der äussern atmosphärischen Luft bleibt also das guerickische Manometer noch immer das beste Werkzeug. Bey manchen Versuchen aber erfordert die Absicht, Dichten eingeschloßner Luft zu messen. Alsdann könnte man Varignons Manometer gebrauchen; aber weit bequemer bedient man sich hiezu des Amontonischen Luftthermometers, s. **Thermometer.** So verfuhr **William Roy** (Philos. Trans. Vol. LXVII. P. II. no. 34) bey seinen Versuchen über die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme. Seine sogenannten Manometer bestanden aus einer Kugel mit einer ofnen Glasröhre; in der Röhre ward ein wenig Quecksilber durch die Luft in der Kugel hin und her getrieben; dies gab, wenn alle Versuche bey einerley Barometerhöhe angestellt wurden, Dichte der eingesperrten Luft bey gleichem Drucke an.

Herr de Saussüre (Essais sur l'hygrometrie, §. 109. p. 147.) giebt den Namen **Manometer** einem gewöhnlichen Barometer, das er in eine große gläserne Kugel einschloß, um die Elasticität der darinn eingesperrten Luft bey verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu messen. Weil er also nicht Dichte, sondern Federkraft, abmaß, so wäre wohl der Name Elaterometer schicklicher gewesen, welcher überhaupt einem jeden Barometer zukömmt, indem der Druck der Luft, den es zeigt, mit ihrer absoluten Elasticität einerley ist.

Wolf Nützl. Vers. Th. II. Cap. 4.

Karsten Lehrbegrif der ges. Math. III. Theil, Aerostatik, VII Abschn.

Mariottisches Gesetz, s. Luft.

Mars, Mars, *Mars.* Der Name eines von den sechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixsternen täglich ändern, s. Planeten. Mars zeichnet sich unter denselben durch sein feuerrothes Licht und durch seine veränderliche Größe besonders aus. Wenn er der Sonne gegenüber steht, und um Mitternacht im Mittagskreise gesehen wird, zeigt er sich in einer ansehnlichen Größe, desto kleiner hingegen, wenn er bey der Sonne steht. Was seine eigne Bewegung von Abend gegen Morgen betrift, so eilt er in derselben, wenn er bey der Sonne gesehen wird, am schnellsten fort; wenn er aber der Sonne fast gegenüber kömmt, steht er still, und geht endlich 75 Tage lang über 10 Grad weit zurück. Mit diesen Abwechselungen vollendet er seinen scheinbaren Umlauf um den ganzen Himmel in 1 Jahre und 322 Tagen. Dies sind aber Erscheinungen, die von der Bewegung der Erde abhängen, und von denen sein wahrer Lauf sehr weit unterschieden ist.

Nach den Lehren der theorischen Astronomie ist Mars einer von den obern Planeten, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn umschließen. Er ist der Ordnung nach, von der Sonne aus gerechnet, der vierte Planet, und seine Bahn fällt zwischen die Bahnen der Erde und des Jupiters, doch so, daß sie der Erdbahn weit näher, als dem Wege des Jupiters, liegt. Sie ist, wie alle Planetenbahnen, elliptisch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 1° 51′.

Die Eccentricität der Marsbahn ist nicht unbeträchtlich. Sein gröster Abstand von der Sonne verhält sich zum kleinsten etwa wie 17 zu 14. Diese merkliche Abweichung von der Kreisgestalt, und die Nähe dieser Bahn an der Erde veranlaßte, daß die elliptische Form der Planetenbahnen am Mars zuerst entdeckt ward, s. Keplerische Regeln. Im mittlern Abstande ist Mars von der Sonne ohngefähr 1½ mal (genauer 1,524 mal) weiter, als die

Erde entfernt. Man kan also seine Bahn mit einem Kreise vergleichen, dessen Halbmesser $1\frac{1}{2}$ mal größer, als der Halbmesser der Erdbahn, ist, dessen Mittelpunkt aber nicht in die Sonne selbst fällt, sondern von ihr um $\frac{14}{100}$ oder um $\frac{1}{7}$ des Halbmessers der Erdbahn absteht.

Diese Bahn durchläuft der Planet in 686 Tagen, 22 Stunden, 18 Min. 27 Sec. oder in ohngefähr 1 Jahr, 322 Tagen so, daß er, im Durchschnitt genommen, täglich $31' 26'' 40'''$ seines Kreises zurücklegt. Hieraus und aus der Größe dieses Kreises läst sich berechnen, daß er in jeder Zeitsecunde $6\frac{1}{2}$ Stunden Weges durchläuft.

Aus den Bewegungen seiner Flecken hat Cassini schon 1666 und nachher Maraldi (Mém. de Paris, 1704.) geschlossen, daß er sich in 24 Stunden 40 Min. um seine Axe drehe, und daß diese auf der Fläche seiner Bahn fast senkrecht stehe. Herr Herschel aber (s. Bode astronom. Jahrb. für 1787. S. 212.) hat durch neuere genaue Beobachtungen die Stellung der Axe weit schiefer gefunden. Sie neigt sich nach ihm gegen die Ekliptik um $59° 42'$ nach $17° 47'$ ♓ zu, so daß der Winkel des Marsäquators mit der Marsbahn, oder die Schiefe der Ekliptik im Mars $28° 42'$ beträgt. Auch findet er, daß diese Umdrehung dem Mars eine sphäroidische Gestalt gegeben habe, deren Aequatorialdurchmesser sich zur Axe, wie 16 zu 15, verhält.

Der scheinbare Durchmesser dieses Planeten beträgt, wenn er der Sonne gegen über gesehen wird, auf 30 Secunden, in den mittlern Weiten aber ist er weit kleiner, und nicht viel über 10 Secunden. Nach Herschels neuern Abmessungen würde der Aequatorialdurchmesser des Mars, aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, $9'' 8'''$ betragen. In eben dieser Weite aber erscheint der Durchmesser der Sonne $31' 57''$, d. i. 210mal größer. Man kan also schliessen, daß Mars im Durchmesser 210mal kleiner, als die Sonne sey, oder daß sein Durchmesser nur 0,504, d. i. wenig über die Helfte des Durchmessers der Erde betrage. Aeltern Abmessungen zufolge nahm man sonst den scheinbaren Durchmesser in der Entfernung der Erde von der Sonne $11'', 4$, also den wahren

Durchmesser nur 168mal kleiner, als den der Sonne, oder 0, 67, d. i. über $\frac{2}{3}$ des Durchmessers der Erde an. Aber die Herschelschen Werkzeuge verdienen bey Abmessungen so kleiner Größen weit mehr Zutrauen.

Den ältern Bestimmungen nach betrüge der körperliche Raum des Mars $\frac{3}{10}$ (nach Herschel wenig über $\frac{1}{8}$) von dem Inbegriffe der Erdkugel. Die Gravitation anderer Körper gegen ihn, ist aus den Störungen, welche sein Einfluß in dem Laufe anderer Planeten macht, nicht sicher zu schließen, weil diese Störungen äusserst gering sind. **De la Lande** setzt sie etwa $\frac{1}{5}$ von der Gravitation gegen die Erde, in gleicher Entfernung. So hätte dieser Planet 5mal weniger Masse, als die Erde, seine Dichtigkeit wäre etwas über $\frac{2}{3}$ (nach Herschel 1, 7) von der Dichtigkeit der Erde, und die schweren Körper fielen auf seiner Oberfläche in einer Secunde durch 7 Fuß (nach H. durch 12 Fuß).

Theilt man den mittlern Abstand der Sonne von der Erde (12000 Erddurchmesser) in 1000 Theile, so ist Mars in der Sonnenferne um 1665, und in der Sonnennähe um 1382 solcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinster Abstand von uns, wenn er der Sonne entgegengesetzt, und in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist, beträgt 1382 — 1017 = 365 solcher Theile. Sein gröster Abstand hingegen, wenn er hinter der Sonne steht, und in der Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne ist, hat 1665 + 1017 = 2682 Theile, jeden zu 12 Erddurchmessern. Sein kleinster Abstand von uns verhält sich also zum grösten, wie 365 zu 2682, d. i. fast wie 1 zu $7\frac{1}{3}$, daher auch seine scheinbare Größe so veränderlich ist, und von 4 Sec. bis zu 30 Sec. im Durchmesser abwechselt.

Seine geringste Entfernung von uns macht 4380, die gröste 32184 Erddurchmesser aus.

Da Mars von aussen um die Erdbahn umläuft, also nie zwischen Sonne und Erde kömmt, so können wir niemals die von der Sonne abgekehrte Helfte seiner Kugel ganz sehen. Vielmehr kehrt er uns sowohl, wenn er der Sonne gegenüber, als auch, wenn er hinter ihr steht, eben die Seite zu, welche von der Sonne erleuchtet wird. Aber in

den Stellen, wo er 90° von ihr entfernt ist, kömmt uns ein Theil der abgewendeten Helfte zu Gesicht. Alsdann erscheint dieser Planet nicht völlig rund, sondern etwa wie der Mond 3 Tage vor oder nach dem vollen Lichte. Dies ist inzwischen genug, um zu beweisen, daß er ein dunkler Körper, und blos von der Sonne erleuchtet sey.

Von einem Trabanten des Mars, der sich wohl vermuthen ließe, ist bisher nichts bekannt geworden.

Die dunkeln Flecken des Mars sind sehr groß, obwohl nicht allemal deutlich begrenzt, und verändern oft ihre Gestalt. Herschel giebt ihm eine starke, aber gemäßigte Atmosphäre, so daß sich dessen Bewohner fast in eben dem Zustande, wie wir, befinden.

Die Astronomen bezeichnen diesen Planeten mit ♂.

Bode kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde. Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Eb. astronomisches Jahrbuch auf 1787. S. 212 u. f.

Maschinen, Machinae, *Machines*. Veranstaltungen, wodurch man Bewegungen mit Vortheil hervorbringt. Der Vortheil liegt entweder in der Größe der Kraft, oder in der Geschwindigkeit der Bewegung, d. i. man braucht die Maschine, um eben dieselbe Bewegung entweder mit geringerer Kraft, oder durch eine langsamere Bewegung hervorzubringen, als sonst möglich wäre. So ist bey der Heblade, dem Flaschenzuge ꝛc. die Absicht auf Ersparung der Kraft, hingegen beym Wurfhebel, den Mühlen, Uhrwerken ꝛc. auf Erhaltung einer größern oder einer bestimmten Geschwindigkeit gerichtet.

Im praktischen Theile der Statik und Mechanik, der **Maschinenlehre**, werden die Maschinen in **einfache** und **zusammengesetzte** abgetheilt. Die einfachen, in sofern sie zu Ersparung der Kraft angewendet werden, heissen auch **einfache Hebzeuge, Rüstzeuge, Potenzen**: Verbindung mehrerer einfachen zum Vortheile der Kraft oder Geschwindigkeit giebt zusammengesetzte Maschinen.

Die Kenntniß der einfachen Maschinen, und ihrer ersten Gründe ist dem Physiker unentbehrlich. Pappus

(Collect. mathem. L. VIII.) führt deren fünf an, den Hebel, die Radwelle, die Scheibe, die Schraube und den Keil, von welchen besondere Artikel dieses Wörterbuchs handlen. Man kan noch die schiefe Fläche hinzusetzen, s. Schiefe Ebne. Ihre Gründe lassen sich sämtlich auf die Theorie des Hebels bringen. Die zusammengesetzten Maschinen und ihre Absichten sind unzählbar. Abbildungen und Beschreibungen vieler Maschinen haben Zeising (Theatrum machinarum, Leipz. 1673. in längl. 4.) und Leupold (Theatr. machinarum, in 8 Foliobänden mit verschiedenen Titeln, Leipzig, v. 1724 — 1727.) gesammlet.

In der ganzen Maschinenlehre herrscht durchgängig der Grundsatz, daß man nie an Kraft und Geschwindigkeit zugleich gewinnen kan, sondern stets an dem einen eben soviel verlieren muß, als man am andern gewinnt.

Oft legt man den Namen der Maschinen in weitläuftigerm Sinne auch solchen Veranstaltungen bey, deren Absicht nicht eben auf Verstärkung der Kraft oder Geschwindigkeit der Bewegung gerichtet ist. Sie sollten eigentlich **Instrumente**, **Werkzeuge**, **Geräthschaften** rc. genannt werden. So heißt z. B. der verschloßne Digestor Papins Maschine; die Glasgeräthschaft zu Bereitung der Sauerwasser, Parkers Maschine u. s. w. Auch einige Arten der Luftpumpe haben keine eigne Anstalt zu Verstärkung der Kraft, obgleich die Luftpumpen überhaupt den Namen der pnevmatischen Maschinen führen. Solcher Maschinen kommen in der physikalischen Experimentalgeräthschaft sehr viele vor. Werkzeuge, die blos zu Abmessungen dienen, können nie Maschinen genannt werden.

Maschine zur Centralbewegung, s. Centralmaschine.

Maschine zu Compression flüßiger Materien, s. Compressionsmaschine.

Maschine, durch Dämpfe bewegt, s. Dampfmaschine.

Maschine zu Erregung der Elektricität, s. Elektrisirmaschine.

Maschine, durch Feuer bewegt, s. Dampfmaschine.

Maschine, Funicular- s. Vera's Maschine.

Maschine des Mariotte, s. Percussionsmaschine.

Maschine des Papinus, s. Papinische Maschine.

Maschine, Parkers, zu Bereitung der Mineralwasser, s. Parkers Maschine.

Maschine, Potenzen- s. Potenzen.

Maschine, Segners, s. Segners hydraulische Maschine.

Maschine zu Verdünnung der Luft, s. Luftpumpe.

Maschine zu Versuchen über den Stoß, s. Percussionsmaschine.

Maschine des Vera, s. Vera's Maschine.

Masse, Massa, *Masse*. Unter der Masse eines Körpers versteht man die Menge seiner undurchdringlichen Materie. Zwar sind unsere Begriffe von der Materie selbst dunkel, und die Weltweisen machen sich davon sehr verschiedene Vorstellungen, unter welchen jedoch das atomistische System mit dem allgemeinen sinnlichen Scheine am meisten übereinstimmt, s. Materie. Wenn wir also in der Physik, wie billig, bey diesem Scheine stehen bleiben, und auch die Atomen oder ersten Theilchen der Materie für ausgedehnt und undurchdringlich annehmen, so können wir uns jeden Körper als eine Summe solcher Atomen vorstellen, deren Anzahl alsdann die Masse desselben ausmacht.

Nun ist es zwar unmöglich, diese Anzahl anzugeben, und also die Masse eines Körpers bestimmt abzumessen. Dennoch giebt es ein Mittel, Verhältniße solcher Anzahlen in verschiedenen Körpern zu bestimmen und dadurch ihre Massen zu vergleichen. Denn, wenn die Schwere allen Atomen oder Theilen der Materie eigen ist, und das Gewicht eines jeden Körpers aus der Summe der Bestrebungen besteht, womit alle seine Theile fallen wollen, so läßt sich hieraus folgern, daß sich die Mengen der materiel-

len Theile zweener Körper, oder ihre **Massen**, wie die Gewichte derselben, verhalten.

Die Erfahrung stimmt hiemit vollkommen überein. Man kan das Gewicht eines Körpers nicht anders vergrößern, als wenn man mehr Materie hinzubringt, nicht anders vermindern, als wenn man Theile seiner Materie hinwegnimmt. Aenderung der Form, Erweiterung oder Zusammenziehung des Raums u. dgl. ändern nichts am Gewichte, wofern nur die Menge der Materie die vorige bleibt.

Einige Physiker glauben zwar, daß es Materien ohne Schwere gebe, und schränken daher alle diese Sätze blos auf die Menge der **schweren Materie** in den Körpern ein. Es ist auch wahr, daß die Erfahrungen, worauf sich die gedachten Sätze gründen, blos von schwerer Materie gelten: allein dies kömmt nur daher, weil wir überhaupt keine andere, als schwere Materie, aus Erfahrung kennen. Stoffe, die wirklich als materiell d. h. als ausgedehnt und undurchdringlich in unsere Sinne fallen, sie mögen in fester oder flüßiger, in tropfbarer oder elastischer Form, in Dampfgestalt oder in Luftgestalt vorhanden seyn, sind sämmtlich schwer; diejenigen aber, deren Schwere man bezweifelt, z. B. Aether, Lichtmaterie, Wärmestof, Phlogiston, elektrische und magnetische Materie rc. sind überhaupt gar nicht aus klaren Erfahrungen bekannt: ihr Daseyn wird nur angenommen oder geschloßen, weil sich sonst gewiße Erscheinungen nicht wohl erklären lassen. Es ist also sehr natürlich, daß uns alle Erfahrungen über ihre Schwere mangeln, weil sie uns sogar über ihr wirkliches Daseyn fehlen.

Dies berechtiget nun wohl noch nicht zu Ausnahmen von dem allgemeinen Satze, daß alle bekannte Materie schwer sey. Die genannten hypothetischen Stoffe müssen ohnehin aus andern Gründen so fein und von so geringer Dichte angenommen werden, daß ihr Gewicht bey allen unsern Versuchen immer unmerklich bleiben müste, selbst wenn sie schwer wären. Hiezu kömmt noch, daß das Gewicht der Körper mehrentheils im luftvollen Raume bestimmt wird, wo die **fremdartigen Materien**, die sich in den Zwischenräumen der Körper aufhalten, von der Luft getra-

gen werden, und also nicht mit wiegen, oder wohl gar (wenn sie eingeschloßen und specifisch leichter, als die Luft, sind) gehoben werden, und das Gewicht der Körper zu vermindern scheinen. Es würde sehr falsch seyn, aus einem solchen Phänomen zu schließen, daß es in der dem Körper zugehörigen Materie Theile ohne Schwere gebe.

Noch mehr streitet es mit der allgemeinen Erfahrung, wenn man gewissen Materien eine sogenannte **absolute Leichtigkeit** oder ein der Schwere entgegengesetztes Bestreben, sich von der Erde zu entfernen, beylegen will. Was sollte alsdann die gänzliche Entweichung solcher Materien von unserm Erdballe verhindern? Ihre Vereinigung und Verwandtschaft mit den übrigen schweren Materien ist dazu nicht hinreichend. Die Natur bewirkt ja so viele Zersetzungen der Körper, bey welchen diese an sich leichten Stoffe von ihren Verbindungen frey werden. In diesem freyen Zustande müsten sie doch ihrem eignen Bestreben, zu steigen, ungehindert folgen, und dadurch endlich bis über die Grenzen des Luftkreises erhoben werden. So würden sich endlich Wärmestof, Phlogiston rc. vom Erdballe gänzlich verlieren. Die Phänomene, welche man durch diese Leichtigkeit erklären will, z. B. die Verminderung des Gewichts beym Phlogistisiren, Reduciren der Metallkalke u. s. w. lassen ja noch andere Erklärungen zu, s. **Phlogiston, Wärme**, und nöthigen uns eben nicht, Materien anzunehmen, die aller Induction zuwider, gar keine oder eine negative Schwere besitzen sollten.

Die Gewichte der Körper geben unläugbar Verhältniße ihrer schweren Masse, und also, wenn alle Materie schwer ist, auch ihrer ganzen Masse an. Man muß aber hiebey nicht die Gewichte im luftvollen Raume, welche blos relative sind, vergleichen, sondern die wahren Gewichte im luftleeren Raume, welche man findet, wenn man zu den vorigen das Gewicht der Luft, die der Körper aus der Stelle treibt, hinzusetzt. Doch ist das Gewicht dieser Luft in den meisten Fällen unbeträchtlich, und nur dann nicht zu vernachläßigen, wenn sehr leichte Körper dennoch einen großen Raum einnehmen, s. **Gewicht**.

Heissen also zweener Körper Massen M und m, ihre Gewichte P und p, so ist M : m = P : p, und es läßt sich, wo es blos auf Verhältniße ankömmt, P für M, das Gewicht für die Masse, setzen, wovon man Beyspiele bey den Worten: **Bewegung, Dichte, Schwere, specifische** rc. findet.

Alles, was auf diese Sätze gebaut ist, d. h. ein großer Theil unserer zuverläßigsten Kenntniße der Dichte, eigenthümlichen Schwere, und Bewegung der Körper, würde wegfallen, wenn es Materien von negativer Schwere gäbe. Hieße alsdann die schwere Materie eines Körpers M, die der Schwere entgegenstrebende m, so würde sich die Masse, wie M + m, das Gewicht wie M − m verhalten. Die Schwere = 1 würde in diesem Körper eine bewegende Kraft = M — m hervorbringen; eine beschleunigende Kraft f aber, die nach einer andern Richtung in die sämtliche Masse wirkte, würde die bewegende Kraft (M + m) f erzeugen. So würde man in der Formel $dv = 2\,gf\,dt$ (s. **Kraft, beschleunigende** Th. II. S. 800 u. 801) f nicht mehr $= \frac{P}{M}$ setzen können, welches den grösten Theil der höhern Mechanik umstoßen würde.

Materie, materieller Stof, körperlicher Stof, Materia corporum, *Matière, Matière des corps.* Dasjenige, woraus die Körper bestehen, oder was dieselben undurchdringlich macht. Mit dem Begriffe des Körperlichen ist allezeit auch der Begrif der Ausdehnung verbunden; aber dieser allein erschöpft noch nicht das ganze Wesen des Körpers. Die Vorstellung des Ausgedehnten bleibt noch in der Einbildungskraft zurück, wenn wir uns den Körper aus seinem Raume herausgenommen denken. Es gehört also zum Wesen des Körpers ausser der Ausdehnung noch Etwas, das den Raum erfüllet, oder verursacht, daß in eben dem Raume ausser dem Körper nicht noch etwas anderes seyn kan. Dieses Etwas nennen wir **Materie.**

Der allgemeine sinnliche Schein stellt uns die Materie als ausgedehnt, undurchdringlich, theilbar und träg vor;

er belehrt uns auch, daß die Theile der Materie auf uns und auf einander selbst, auch wir auf sie, wirken, daß diese Wirkungen in Bewegung oder in Streben nach Bewegung bestehen, daß dies Ursachen, die wir Kräfte nennen, voraussetze u. s. w. Wir bemerken zugleich, daß die Thätigkeiten und Zustände unsers eignen Selbst den Ideen, die wir von aussen her durch die Materie empfangen, durchaus unähnlich sind, und nach ganz andern Gesetzen erfolgen. Daher nennen wir unser Selbst einen Geist, unterscheiden die Materie von uns, und von dem Selbst anderer Menschen, die eben dasselbe Gefühl von Geistigkeit offenbaren, und theilen so die ganze Welt in geistige und materielle Dinge ein. Die Physik, welche blos die Eigenschaften, Erscheinungen und Gesetze des Materiellen nach dem allgemeinen sinnlichen Scheine untersucht, überläßt zwar alle Fragen über das wahre Wesen der Materie, über ihren Unterschied von den geistigen Dingen, die Art ihrer Einwirkung auf den Geist, die Natur der Kräfte u. s. w. der Metaphysik. Da doch aber die Materie einmal den Gegenstand der Physik ausmacht, so wird es nicht ganz unschicklich seyn, etwas von den Vorstellungen anzuführen, welche sich die Weltweisen von dem Wesen derselben und von der wahren Beschaffenheit der Körperwelt gemacht haben.

Die Meinungen der ältesten Philosophen scheinen dahin gegangen zu seyn, daß die materielle Welt aus Theilen bestehe, in welchen lebendige und seelenartige Kräfte wohnten, die man als Theile und Ausflüße eines allgemeinen Weltgeistes betrachtete. Darinn vereinigen sich die Behauptungen der meisten philosophischen Schulen Griechenlands. Sie erkannten die Materie für etwas aus Theilen zusammengesetztes, und nannten die Kräfte, die sie diesen Theilen zuschrieben, Ποιοτητας, welches Wort Cicero (Quaest. Acad. I. 7 und De nat. Deor. II. 37.) durch qualitates übersetzt hat. Man wird sich hieraus den Ursprung der in der scholastischen Philosophie so häufig vorkommenden verborgnen Qualitäten, z. B. der Furcht für der Leere, des Bildungstriebs, und anderer der Natur beygelegten Neigungen, erklären können. Inzwischen stellte man sich diese

Theile immer noch materiell und ausgedehnt vor, wie denn überhaupt der Begrif von reiner Einfachheit und Geistigkeit im ganzen Alterthum nicht vorkömmt, und selbst die Weltseele entweder blos materiell oder als eine in seine Materie eingekleidete Denkkraft angenommen wird.

Leucipp und **Demokrit** unternahmen es, die Körperwelt ohne Weltgeist, und ohne solche von ihm abstammende Kräfte zu erklären. Sie setzten dabey einen leeren Raum voraus, und leiteten das übrige blos aus ersten kleinsten Theilen oder Atomen her, denen sie nichts weiter, als die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Schwere und Bewegung, beylegten. Daher sagt **Diogenes** (De vit. philos. IX. 72.) vom **Demokrit**, er habe die ποιοτητας aus der Physik vertrieben. Darinn besteht auch allein das Eigne dieser sogenannten **atomistischen Philosophie** (physica corpuscularis), welche nachher von der epikureischen Schule angenommen, und von **Lucrez** in dem Gedichte De rerum natura mit vielen Zusätzen vorgetragen worden ist. Denn die Idee, daß die materielle Welt aus ersten Theilen bestehe, ist, wie **Cudworth** (System. intellect. ex edit. *Moshemii.* Jenae 1733. fol. To. I. p. 9.) erweiset, weit älter, als Leucipp, und mehrern Schulen mit der epikureischen gemein gewesen. Der Unterschied liegt nur darinn, daß die Epikuräer diese Atomen für nichts weiter, als Materie, erklärten, da ihnen die übrigen gewisse lebendige Kräfte beylegten. Daß **Augustin** (Epist. 56.) dem Demokrit die Meinung von beseelten Atomen beylegt, kömmt von einer übel verstandnen Stelle des **Cicero** (De nat. Deor. I. 38.) her, welche sich auf die ειδωλα dieses Weltweisen, und gar nicht auf die Atomen, bezieht. Daß dieses System von Epikur und Lucrez mit Ideen verbunden ward, welche auf den Atheismus führten, ist zufällig, und kan dem Hauptbegriffe desselben nicht zum Vorwurfe gereichen. **Gassendi** hat es hievon zu reinigen, den leeren Raum gegen die Peripatetiker zu vertheidigen, und die Physik ganz mechanisch aus den Figuren und andern Eigenschaften blos materieller Atomen

herzuleiten gesucht, wodurch die neuere atomistische Physik entstanden ist.

Descartes, dessen Philosophie so schön von dem Bewußtseyn unserer eignen Denkkraft ausgeht, unterschied genau das Geistige oder durchaus Einfache von dem Materiellen, und setzte das Wesen dieses letztern ganz allein in die Ausdehnung. Er lehrt uns den Anfang der Betrachtungen damit machen, daß wir an allem, was ausser uns ist, zweifeln. In diesem Augenblicke, sagt er, wissen wir nichts gewiß, als das Cogito, ergo sum. Wir fühlen, daß Ausdehnung, Figur, Bewegung, und was sonst den Körpern zugehört, zu unserm Selbst nicht gehöre, weil dieses letztere blos in der Denkkraft besteht, von der wir schon überzeugt sind, indem wir an allem andern noch zweifeln. So wird der wesentliche Unterschied zwischen Geist und Körper ein Hauptsatz seines Systems, dem man den Namen des Dualismus gegeben hat, weil es alle Wesen in die zwo ganz verschiednen Classen der geistigen und körperlichen eintheilet.

So, wie nun Descartes das Wesen der Geister in die reine Einfachheit setzt, so nimmt er die Materie als zusammengesetzt an aus Theilen, die zwar in der Wirklichkeit untheilbar oder Atomen, im Verstande aber noch theilbar, oder ausgedehnt sind. Ausdehnung ist ihm so ganz einerley mit Materie, daß er alles Ausgedehnte ohne Materie, allen leeren Raum, schlechterdings läugnet, s. Leere. Wenn man, sagt er, die körperliche Substanz von der Ausdehnung oder Größe trenne, so bleibe entweder gar keine Substanz mehr, oder doch nur ein verworrener Begrif von geistiger Substanz übrig; der wahre Begrif von körperlicher Substanz bleibe immer da, wo man die Größe oder Ausdehnung hinsetze (Princip. Philos. L. II. §. 9 sqq.). Er läßt also den Schöpfer seine Welt aus einem harten Stoffe bilden, den die Allmacht in Theile von unendlich verschiedenen Gestalten zerschlägt und in Bewegung setzt. Das übrige s. bey dem Worte: Erdkugel (Th. II. S. 54.).

Dieses System des Descartes gehört ebenfalls zu den atomistischen, in sofern die letzten darinn angenommenen

Theilchen einerley Wesen mit der Materie selbst haben. Dennoch sind diese Theilchen von den Atomen der Alten, wie sich Descartes selbst (Princ. IV. 202.) ausdrückt, darinn unterschieden, daß sie an sich noch theilbar sind, daß sie sich in keinem leeren Raume befinden, daß ihnen die Schwere nicht eigen ist, sondern erst durch ihre Lage und Bewegung gegen andere Körper bestimmt wird, und daß endlich die Entstehung der Welt aus ihnen ganz anders, als bey den Alten, hergeleitet werden muß. Das hypothetische und erfahrungswidrige des physikalischen Theils von diesem Systeme ist an mehrern Stellen dieses Wörterbuchs gezeigt worden: der metaphysische Theil läst die Schwierigkeit zurück, daß die Ausdehnung selbst nur ein Schein der Sinnen ist, und daß die Verknüpfung zwischen geistigen und materiellen Dingen im cartesianischen Dualismus äusserst schwer zu erklären bleibt, daher auch Descartes selbst hiezu eine beständige Assistenz der Gottheit anzunehmen genöthiget war.

Newton hat sich zwar nie in das Gebiet der Metaphysik gewagt; inzwischen äussert er doch an einigen Stellen seiner Schriften, daß er die Materie für eine Zusammenhäufung kleinster Theilchen erkenne, welche selbst materiell und ausgedehnt sind, und durch eine Kraft, deren Natur er unentschieden läßt, sehr stark untereinander zusammen hängen, s. Cohäsion (Th. I. S. 517.). Hierauf führen auch die von ihm angegebnen Naturgesetze, z. B. daß sich die Gravitation nach der Masse oder Menge der materiellen Theile des anziehenden Körpers, und jede bewegende Kraft nach der Masse des bewegten Körpers richtet, u. s. w. So gehört Newtons Physik ebenfalls zu den atomistischen Systemen, welche den ersten Theilen der Materie Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Härte und Trägheit beylegen. Uebrigens bestreitet dieser große Lehrer der Physik den vollen Raum des Descartes, und den falschen Begrif, daß Materie nichts weiter als Ausdehnung sey, erweiset die Anziehung als allgemeines Phänomen der Körperwelt, läst aber ihre Ursache und die Natur der Kräfte überhaupt unentschieden, und wagt sich noch weniger an die Erklärung des grossen Geheimnißes, wie Materie und Geist in einander wir-

ken, oder wie, nach Hallers Ausdrucke, Wesen fremder Art der Seelen Werkzeug sind.

In der That bleibt auch der Physiker, der sich ohnedem nur mit dem sinnlichen Scheine beschäftiget, am besten bey dem atomistischen System stehen, welches mit diesem Scheine die meiste Uebereinstimmung zeigt. Da er doch die Existenz der Materie annehmen muß, und bey allen Theilen derselben das Materielle wiederfindet, so kan er fast nicht umhin, dasselbe auch an der letzten Grenze der wirklichen Theilungen zu vermuthen, und sich in diesem Sinne Atomen zu denken, s. Atomen. Hiemit kan er nun alle physische Erfahrungen und Gesetze sehr wohl vereinigen. Er kan aber auch dabey die sinnliche Vorstellung von dem, was wirklich ist, unterscheiden, und es für sehr möglich halten, daß Materie etwas ganz anders sey, als was sie zu seyn scheinet. Nur ist es Pflicht für ihn, hierüber seine gänzliche Unwissenheit zu gestehen.

Die Schwierigkeiten, welche der cartesianische Dualismus in Absicht auf die Verknüpfung zwischen Geist und Materie zurückläßt, haben eine Menge metaphysischer Systeme veranlasset. Dahin gehört zuerst der Idealismus, nach welchem es gar keine materielle Welt giebt, und die Ideen davon blos Vorspiegelungen sind, welche die Gottheit in unsern Seelen erweckt. Descartes hatte selbst zu dieser Meinung Anlaß gegeben, indem er (Princip. II. 1.) das Daseyn der Materie blos aus dem Grunde erweiset, daß uns Gott nicht täuschen werde, auch sogar zur Entstehung der Ideen von Materie die Mitwirkung der Gottheit für nöthig hält. Hierauf baute nun der P. Malebranche (De la Recherche de la verité. 7me ed. à Paris, 1721. II To. 4. Part. II. L. III. ch. 1.) den Satz, daß wir alle Dinge in Gott sehen, und daß selbst der Glaube verstatte, die Existenz aller Dinge ausser Gott und den Geistern zu läugnen. Den scheinbaren Zusammenhang zwischen Seele und Körper erklärte er also ebenfalls aus der unmittelbaren Wirkung der Gottheit (systema causarum occasionalium). Berkeley (Treatise concerning the principles of human knowledge, Dialogues between Hylas and Philonous) machte den

Idealism demonstrativ, und zeigte, daß uns die Gottheit dabey nicht einmal täusche, weil allerdings etwas ausser uns existire, nemlich die göttlichen in unsern Geist wirkenden Ideen. So befriedigend auch die Antworten sind, welche man den angeblichen Beweisen einer Unmöglichkeit der Materie entgegensetzen kan, so gestehen doch alle Metaphysiker, daß man dem Idealisten die Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Aussenwelt nicht aufdringen könne.

Noch weiter gehen die Systeme des Spinoza und Hume. Im erstern wird alles aus einer einzigen Substanz erklärt, welche in unendlicher Denkkraft und Ausdehnung besteht, so, daß alle geistige Erscheinungen Zustände dieser einzigen Denkkraft, und alle materielle Phänomene Zustände eben dieser einzigen Ausdehnung sind. Sehr deutlich drückt dies Mendelssohn (Philos. Schriften, I Theil, 2. Gespr.) so aus: Spinozens Welt, oder vielmehr Gott, sey eben dasselbe Weltideal, welches nach Plato und Leibniß vor dem Anfange der Dinge als ein Plan in dem göttlichen Verstande vorausgesetzt wird. Hume's System läugnet sogar alle Substanzen, Subjecte und selbstständige Dinge, und läßt die ganze geistige sowohl als materielle Welt aus einer Menge und Reihe vorübergehender Erscheinungen bestehen, aus einem Wechsel, worinn nichts ist, das immer dasselbige bliebe.

So, wie beym Idealismus das Daseyn der Materie geläugnet wird, so sucht hingegen der allgemeine Materialismus alle Erscheinungen aus materiellen Substanzen allein zu erklären. Dahin gehören schon viele Systeme der Alten, welche überhaupt in ihre Begriffe von den Seelen immer etwas Ausgedehntes einmischten, ob man sie gleich darum nicht alle des groben Materialismus beschuldigen kan. Unter den Neuern ist der Satz, daß der Mensch eine Maschine sey, hauptsächlich von la Mettrie und dem Verfasser des Systeme de la nature behauptet worden. Schon die Betrachtung, daß ein Gedanke, als eine Vergleichung mehrerer Gegenstände, in einem zu-

sammengesetzten Dinge unmöglich ist, verbunden mit dem Selbstgefühl von einem im Körper lebenden besondern Wesen, ist hinreichend, diesen Materialismus zu widerlegen. Hiezu kömmt noch, daß aus allen möglichen Verbindungen, Trennungen und Bewegungen der Materie sich nie das Entstehen eines Bewußtseyns oder Gedankens, nie die Auffassung und Vergleichung der Ideenbilder erklären läßt. Herr de Lüc (Phys. und moral. Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, Th. I. S. 60. u. f.) hat über die Natur des Menschen und die wesentliche Verschiedenheit des empfindenden Wesens von seinen Organen sehr lehrreiche und eines denkenden Physikers würdige Betrachtungen angestellt, welche das Unzulängliche des Materialismus, aber auch die engen Grenzen unserer Kenntnisse von der Welt überhaupt, sehr deutlich zeigen.

Mitten unter den gegeneinanderlaufenden Meinungen der Dualisten, Idealisten und Materialisten fand Hr. von Leibnitz (Princip. philos. in Opp. p. *Lud. Dutens*, Genev. 1768. VI To. 4. Tom. II.) einen sinnreichen Ausweg. Die Argumente der Idealisten, daß der aus unserm Selbstgefühl entstandne Begrif der Existenz nur auf geistige Wesen, wie wir selbst sind, übergetragen werden könne, und daß unsere Begriffe von Materie sich doch am Ende blos im Begriffe von Erscheinungen und Eigenschaften auflösen, schienen ihm stark genug, um Zweifel gegen die Wirklichkeit ausgedehnter Atomen zu erregen, die doch, in sofern sie ausgedehnt sind, wenigstens im Verstande noch theilbar, und also keine wahren ausdrücklichen Einheiten wären. Dem zufolge nahm er die Ausdehnung selbst mit allen sinnlichen Eigenschaften für einen bloßen Schein an, der aus einer zusammenfließenden verworrenen Vorstellung einfacher Substanzen entstehe. Diese einfachen Dinge oder **Monaden** sieht er als ähnlich mit den geistigen Substanzen, als Vorstellungskräfte an, deren jede ihre bleibende Grundbestimmung hat. Die ganze Welt macht eine stetige Reihe von solchen Vorstellkräften aus, deren Beschaffenheit und Größe verschieden ist. Die

schlafenden Vorstellkräfte sind die Substanzen der scheinbaren Materie, etwa in dem Zustande der Seele im Schlafe, nur der dunkelsten Perceptionen ohne Bewustseyn fähig; die wachenden sind die Geister, von der niedrigsten bis zur höchsten Geisterart in stetiger Reihe. Die vollkommenste aller wirklichen und möglichen Vorstellkräfte ist die Gottheit, welche sich alle mögliche Substanzen mit ihren Accidenzen und Verhältnißen auf das deutlichste, in sich selbst, und ohne vorbildende Aussendinge vorstellt. Ausführlicher findet man diese leibnitzische Monadologie von Hansch (Principia philos. Frf. et Lips. 1728. 4.) und Alexander Gottlieb Baumgarten (Halle, 1738. 8. §. 153. u. f.) vorgetragen.

Dieser Begrif vom Wesen der Materie läßt den sinnlichen Schein, mithin die ganze Physik, ungeändert, hebt den Materialismus gänzlich auf, und setzt dem Idealismus wenigstens etwas eben so mögliches und eben so unwiderlegliches an die Seite. In Rücksicht auf den Dualism hebt die Monadologie zwar die Schwierigkeit der Vereinigung zwischen Geist und Körper, läßt aber doch noch die Schwierigkeit einer physischen Gemeinschaft zwischen den Substanzen überhaupt zurück, welche Leibnitz durch die Hypothese einer vorherbestimmten Harmonie zu heben suchte. Dem Physiker muß nach Hrn. Klügel (zu Priestley Gesch. der Optik S. 285. Anm. k.) dieses System, welches die ganze Körperwelt zu Erscheinungen macht, die von unkörperlichen Dingen herrühren, schon darum lieb seyn, weil damit eine Menge unnützer Grübeleyen auf die Seite geschaft wird. Man muß alsdann bey den Factis bleiben, ohne die ersten Ursachen erklären zu wollen.

Etwas ähnliches hiemit hat das System des P. Boscovich (Theoria philos. naturalis, Venet. 1763. 8.), welcher der Materie die Undurchdringlichkeit abspricht, und sie blos aus physikalischen Punkten bestehen läßt, welche mit anziehenden und zurückstoßenden Kräften in bestimmten Wirkungskreisen versehen sind. Hat also ein bewegter Körper genug Moment, die zurückstoßenden

Kräfte, in deren Wirkungsraum er kömmt, zu überwinden, so kan er durch jeden Körper dringen. Auf diese Art kreuzen und durchdringen sich blos Kräfte, deren (schon nach den Vorstellungen der Mechanik) mehrere zugleich an einem Orte vorhanden seyn, und sich das Gleichgewicht halten, oder einander überwinden können, ohne daß jemand dabey eine Schwierigkeit findet. So löset sich das Phänomen der Undurchdringlichkeit in den Begrif einer starken Zurückstoßungskraft auf. Boscovich wendet auf diese Kräfte die Lehren der Dynamik an, und zeigt, daß seine Theorie mit keinem Gesetze der Mechanik und mit keiner physikalischen Entdeckung streite, daß sie vielmehr eine Menge Erscheinungen, besonders an dem Lichte und den durchsichtigen Körpern, leichter, als irgend eine andere Hypothese, erkläre. Dennoch sollen sich die physikalischen Punkte selbst, oder die Substanzen, worinn die Kräfte sind, nicht durchdringen können.

Priestley, der schon in seiner Geschichte der Optik diese Meinung mit Beyfall erwähnt, und erzählt, daß sein Freund **Michell** bereits in jüngern Jahren auf eben diese Idee gekommen sey, hat nachher in einem eignen Werke (Disquisitions relating to Matter and Spirit. Lond. 1778. 8.) den Gedanken auszuführen gesucht, daß die Materie aus nichts weiter bestehe, als aus Repulsionen und Attractionen, die sich auf gewisse mathematische Punkte im Raume bezögen. Er spricht also der Materie die Undurchdringlichkeit und Trägheit ab, und glaubt sie dadurch zu veredlen, und der Natur der geistigen Substanz näher zu bringen. Aber auf eine ganz sonderbare Weise wendet er dieses System zur Vertheidigung des Materialismus an, indem er meint, die Seele lasse sich ganz wohl aus seiner veredelten Materie erklären, welche blos aus Kräften bestehe, und also wohl auch die Kraft zu denken und zu empfinden haben könne. Er treibt das Paradoxe hiebey so weit, daß er sogar die Einheit und Untheilbarkeit des empfindenden Wesens läugnet.

Herr de Lüc (Phys. und moral. Briefe Th. I. S. 88. u. f.) hat diese kühnen Behauptungen sehr umständlich widerlegt. Er zeigt, daß Kraft, die sich auf einen mathematischen Punkt bezieht, Wirksamkeit ohne Substanz, ein leerer Ausdruck sey; daß Priestley doch wenigstens den Wirkungskreisen Ausdehnung geben müsse, daß ein Wirkungskreis den andern verdränge, und die einmal mitgetheilte Bewegung fortsetze, daß man also dadurch immer wieder auf eine undurchdringliche und träge Materie komme, daß Anziehungs- und Repulsionskraft doch nichts weiter, als Anziehen und Abstoßen, keinesweges aber Selbstgefühl, Denken und Empfinden erkläre, und daß Elemente eines sich selbst fühlenden Ganzen ebenfalls Selbstgefühl haben müssen, welches allen Begrif von Elementen aufhebt, weil nun ein einziges Element das ganze Phänomen erklärt. De Lüc selbst hält sich, als ein strenger Newtonianer, ganz an die atomistische Physik, und begnügt sich, die Schwierigkeiten des Dualismus dadurch zu mindern, daß er annimmt, es gebe nicht nur Substanzen, sondern auch Eigenschaften der Materie, welche nicht in unsere Sinne fallen. Vermittelst solcher Eigenschaften können Geist und Materie in einander wirken, auf eine Art, die uns schlechterdings unbegreiflich sey, weil es uns an einem Sinne fehle, diese Eigenschaften und ihre Wirkungen wahrzunehmen.

Ernst Platners Philosophische Aphorismen. Leipzig, 1784. 2. B. 8. hauptsächlich Th. I. S. 281. u. f.

J. A. de Lüc Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, aus dem franz. mit Abkürzung übers. Leipzig, 1781. II B. gr. 8. in den vorläufigen Abhandlungen, Num. XII. und XIII.

Priestley Geschichte der Optik durch Klügel, S. 283. u. f.

Materie, elektrische, s. Elektricität.

Materie des Feuers, s. Feuer.

Materie des Lichts, s. Licht.

Materie, magnetische, s. Magnet.

Materie, schwermachende, s. Schwere.

Mathematik, Grössenlehre, Mathesis, Mathemata, *les Mathématiques*. Die Wissenschaft der Grössen, oder dessen, was an den Gegenständen der Vermehrung und Verminderung fähig ist. Der griechische Name (μάθησις, μάθημα) bedeutet soviel, als Wissenschaft oder Unterricht (Disciplina, institutio). Man hat ihn der Lehre von den Grössen vorzugsweise beygelegt, entweder, weil diese Lehre, wegen der Klarheit und Gewißheit ihrer Sätze vorzügliche Ansprüche auf den Namen einer Wissenschaft machen kan, oder weil mehrere philosophische Schulen Griechenlands den Anfang des Unterrichts mit mathematischen Sätzen zu machen pflegten.

Man theilt die Mathematik in die **reine** und **angewandte**. Jene (mathesis pura, abstracta) betrachtet die Grösse blos an sich und abgesondert von den Gegenständen, an welchen sie wahrgenommen wird; diese (mathesis mixta, applicata) enthält Anwendungen von jener auf wirkliche in der Natur und dem menschlichen Leben vorkommende Gegenstände und Fälle.

Die reine Mathematik zerfällt wiederum in zwo Hauptabtheilungen, weil man zwo von einander verschiedene Arten von Grössen betrachten kan. Sieht man nehmlich die Grösse blos als eine Menge einzelner Theile an, auf deren Verbindung und Lage gegen einander nichts ankömmt, so entsteht hieraus der Begrif einer **Menge** oder **Anzahl** (quantum discretum); betrachtet man aber ein Ganzes, dessen Theile in ununterbrochenem Zusammenhange stehen, so hat man den Begrif des **Raumes**, der **ausgedehnten** oder **stetigen Grösse** (quantum continuum). Da die Mengen gezählt, die Räume gemessen werden, so erfordert jede Art der Grösse eine eigne Behandlung, und die reine Mathematik theilt sich in **Arithmetik** oder **Rechenkunst**, und **Geometrie** oder **Meßkunst** ein. Weil sich aber die Räume auch der Berechnung unterwerfen lassen, und hiebey alles auf Berechnung der Dreyecke ankömmt, so verbindet sich hiemit noch eine dritte Wissenschaft unter dem Namen der **Trigonometrie**, in welcher

das Dreyeck, als ein geometrischer Gegenstand, auf eine arithmetische Art behandlet wird. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie machen zusammen die **Elementar- oder gemeine Mathematik** (Mathesis elementaris, Mathemata inferiora) aus.

Hiezu kommen noch unter dem Namen der **höhern Mathematik** (Mathesis sublimior, Mathemata superiora) verschiedene große Capitel einer aus Arithmetik und Geometrie zusammengesetzten Wissenschaft. Die **Buchstabenrechnung oder allgemeine Rechenkunst** (Arithmetica vniuersalis) lehrt allgemeine Zeichen so gebrauchen, daß das daraus gefundene auf Zahlen sowohl, als auf Räume angewendet werden kan; die **Analysis und Algebra** lehren das Unbekannte aus seinem Verhalten gegen das Bekannte finden, und die dabey vorkommenden Gleichungen auflösen; die **höhere Geometrie** betrachtet die krummen Linien, welche nicht Kreise oder aus Theilen von Kreisen zusammengesetzt sind; die **Rechnung des Unendlichen** (calculus infinitesimalis, analysis infinitorum) findet aus der Vergleichung zwischen veränderlichen Größen die Vergleichung zwischen den Geschwindigkeiten, mit denen sie sich ändern (Differentialrechnung), oder umgekehrt aus dieser Vergleichung jene (Integralrechnung). Alles bisher erwähnte macht den ganzen Umfang der reinen Mathematik aus.

Die **angewandte Mathematik** hat keine andern Grenzen, als die Welt selbst, und kan so viel Wissenschaften enthalten, als es Gegenstände giebt, bey denen sich Größen durch Schlüße bestimmen lassen. Der gewöhnlichsten Gegenstände dieser Art sind drey: die Kräfte und Bewegungen der Körper, das Licht, und die Himmelskörper. Nach diesen zerfällt die angewandte Mathematik beym gewöhnlichen Vortrage in die drey Hauptabschnitte der **mechanischen, optischen und astronomischen Wissenschaften**. Jeder Abschnitt enthält wiederum mehrere Theile, s. die Worte **Mechanik, Optik, Astronomie**. So wie sich aber unsere Kenntnisse der natürlichen Dinge immer vervielfältigen, so finden sich

auch von Zeit zu Zeit neue Gegenstände der mathematischen Betrachtung und neue Theile der angewandten Mathematik. Dies sagte schon **Baco** (De augm. scient. III. 6.) vorher. „Prout Physica, sind seine Worte, maiora in dies incrementa capiet et noua axiomata educet, eo mathematica nouâ operâ in multis indigebit et plures demum fient Mathematicae mixtae". So haben zu dem System der angewandten Mathematik **Wolf** die Aerometrie, **Lambert** die Pyrometrie, **Bouguer** und **Lambert** die Photometrie hinzugesetzt.

Auch die **Geschützkunst**, ingleichen die **Kriegs-** und die **bürgerliche Baukunst** werden in einigen Lehrbüchern der angewandten Mathematik mit abgehandelt. Da sie aber eine Menge Kenntnisse, die nicht mathematisch sind, erfordern, so betrachten andere sie lieber als besondere Wissenschaften, oder setzen aus ihnen noch einen neuen Haupttheil unter dem Namen der **vermischten Mathematik** zusammen. Die Anwendungen der Größenlehre erstrecken sich sogar auf Dinge, die nicht sinnlich sind, auf Berechnung der Wahrscheinlichkeiten und Hofnungen bey Spielen, Leibrentengesellschaften, Wittwencassen u. dgl. Fast von allen menschlichen Verrichtungen und Anstalten beruht ein Theil auf mathematischen Gründen, und obgleich unzählige Künstler und Handwerker die Vorschriften richtig beobachten, ohne ihre Gründe zu kennen, so wird doch gewiß derjenige gründlicher und sicherer zu Werke gehen, der sich auch die mathematische Kenntniß der Gründe erworben hat. Scharfsinnige Handwerker erfinden oder entwickeln sich oft mathematische Sätze und Regeln, und besitzen dadurch eine Art von natürlicher Mathematik, die sie zum Gebrauch ihres Berufs sehr wohl anzuwenden wissen. Man kan über den weitläuftigen Umfang und die Eintheilungen der reinen sowohl als der angewandten Mathematik die vortreflichen Schriften von **Büsch** (Encyclopädie der historischen, philosophischen und mathematischen Wissens. nach dem Grundrisse des sel. Reimarus, Hamburg, 1775. gr. 8.) und **Sulzer** (Kurzer Begrif aller Wissenschaften und anderer Theile der Gelehrsamkeit, Berlin, 1778. 8.) nachlesen.

Aus dem angeführten ist leicht zu übersehen, daß die reine Mathematik eine für den Naturforscher ganz unentbehrliche Hülfswissenschaft sey. Die Frage: wie groß? mischt sich auf eine unvermeidliche Art in alle Beobachtungen und Versuche, auf welchen doch die richtige Naturlehre ganz allein beruhen muß. Und selbst bey Erforschung der Ursachen geben Verhältniße und Vergleichungen der Größen den besten Leitfaden ab: Größe der Wirkung läßt uns auf die Größe der Ursache schließen, und entdeckt dadurch oft die Natur und Beschaffenheit der Ursache selbst. Daher muß die Erfahrung, und die auf Erfahrung gegründete Physik, stets von der Mathematik geleitet werden.

Die Hauptabschnitte der angewandten Mathematik sind wirklich Theile der Naturlehre selbst, die man nur wegen der Weitläuftigkeit des Gegenstands als besondere Wissenschaften zu behandeln pflegt, die sich aber nie ganz von der Physik trennen lassen, wenn anders diese Wissenschaft aus etwas mehr, als einigen unvollkommnen und übel verbundenen Bruchstücken bestehen soll. Es ist schwer, die Grenzen zu bestimmen, welche man bey einem zweckmäßigen Vortrage der Naturlehre zwischen ihr und der angewandten Mathematik zu ziehen hat. Viele ältere Lehrbücher der Physik tragen fast nichts, als mathematische Lehren vor, und vernachläßigen darüber die chymischen Untersuchungen, welche doch eben sowohl einen wesentlichen Theil der Naturlehre ausmachen, gänzlich. So gewiß es ist, daß sich in vielen Fällen die angewandte Mathematik von der Physik gar nicht trennen läßt, so kan doch auch die letztere nicht ganz allein auf mathematische Betrachtungen eingeschränkt werden, aus denen wir nur die Größe und das Maaß der Wirkungen, nicht aber ihre innern Ursachen und Beschaffenheiten kennen lernen. Schon Baco erinnerte im neuen Organon „naturalem philosophiam infectam esse et corruptam in secunda schola Platonis, Procli et aliorum per Mathematicam, quae terminare eam, non generare aut procreare debeat". Herr Karsten (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturlehre in s. phys.

chem. Abhandl. I Heft. Halle, 1786. 8. Num. 2.) hat hierüber lesenswürdige Bemerkungen angestellt, ob er gleich in seiner Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur (Halle, 1783. 8.) die Absonderung der mathematischen Lehren etwas zu weit getrieben, und nach einem Plane gearbeitet hat, in welchem sich allzusichtbare Lücken befinden.

Der Ursprung mathematischer Kenntniße ist ohne Zweifel ins höchste Alterthum zu setzen. Wahrscheinlich brachten Bedürfniß und Nothwendigkeit zuerst praktische Erfindungen hervor, aus welchen nachher scharfsinnige Köpfe die allgemeinen theoretischen Sätze abstrahirt haben. Nach den Zeugnißen der Alten soll dies zuerst bey den Phöniciern und Egyptiern geschehen seyn: jenen schrieb man nach dem Strabo (Geogr. L. XVII.) die Erfindung der Rechenkunst, diesen nach dem Herodot, Plato und Aristoteles die Entdeckung der Geometrie zu. Man sucht die Veranlassung geometrischer Erfindungen gewöhnlich in den jährlichen Ueberschwemmungen des Nils, oder in einer von Herodot erwähnten Landabtheilung des Sesostris; wahrscheinlicher leitet Aristoteles (Metaphys. I. 1.) den Ursprung der Theorie aus dem geschäftlosen und ganz der Betrachtung gewidmeten Leben der egyptischen Priester her. Dennoch scheinen diese gerühmten Kenntniße der Egyptier kaum über die ersten Anfangsgründe hinausgegangen zu seyn. Die Erfindung mehrerer Elementarlehrsätze gehört erst den griechischen Weltweisen zu, und die ungeheuren Unternehmungen des Pyramidenbaus, der Errichtung der Obelisken u. s. w., welche insgemein eine so große Meinung von den mathematischen Einsichten dieses Volkes erregen, lassen sich, auch bey sehr mittelmäßigen praktischen Kenntnißen der Mathematik, leicht aus der Menge von Menschen erklären, welche man damals zum Bauen brauchen konnte, s. Mechanik.

Aus Egypten trugen Thales und Pythagoras die mathematischen Kenntniße nach Griechenland über, und pflanzten sie, mit neuen Erfindungen bereichert, in ihren Schulen fort. Hier erst hat der bewunderswürdige

Scharfsinn der Griechen die Theorie der Meßkunst gehörig entwickelt. Unter allen übrigen Schulen zeichnete sich hierinn die platonische am meisten aus. **Plato** selbst war der Erfinder der geometrischen Analysis, und seine Schüler legten durch die Betrachtung der Kegelschnitte den ersten Grund zur höhern Geometrie. Hauptsächlich gaben zu diesen Erweiterungen der Meßkunst die Aufgaben von Verdoppelung des Würfels und Trisection des Winkels Anlaß, mit welchen sich die meisten Geometern der damaligen Zeit beschäftigten, deren Bemühungen uns **Proclus** im Commentar über das erste Buch des Euklides aufbehalten hat. Nächst der platonischen Schule haben die Gelehrten des Museum zu Alexandrien die ausgezeichnetsten Verdienste um die mathematischen Wissenschaften. In dieser berühmten Stiftung der Ptolemäer lebte 300 Jahre vor C. G. **Euklides**, welcher die bis dahin erfundenen Sätze der Geometrie und der Lehre von den Verhältnißen unter dem Titel der Elemente (Στοιχεια s. Elementa) in dreyzehn Büchern so vortreflich ordnete, und so scharf erwies, daß sein System noch bis jetzt als das beste Muster des geometrischen Vortrags und der ächten Strenge der Demonstration angesehen wird. Von diesen dreyzehn Büchern des Euklid führt der Theil der Meßkunst, welcher sich auf die Betrachtung der geraden Linie und des Kreises gründet, den Namen der Elementargeometrie. Ein anderer alexandrinischer Mathematiker, **Hypsikles**, setzte in spätern Zeiten noch zwey Bücher hinzu, welche die Lehre von den regulären Körpern betreffen. **Archimedes** zu Syrakus bereicherte die Meßkunst mit der Lehre von der Kreismessung und einigen andern wichtigen Erfindungen. Hundert Jahr nach dem Euklid schrieb **Apollonius** von Perga, ebenfalls im Museum zu Alexandrien, sieben Bücher von den Kegelschnitten (Conica), welche die ersten Gründe der höhern Geometrie enthalten. Die alexandrinische Schule blühte bis in das 7te Jahrhundert nach C. G., und war bis dahin immer fruchtbar an vorzüglichen Mathematikern, unter welchen sich in Absicht auf reine Mathematik **Diophantus**, der Verfasser von dreyzehn Bü-

chern über die Rechenkunst (Quaestiones arithmeticae), die sich größtentheils mit den unbestimmten Aufgaben beschäftigen, und wovon noch sieben übrig sind, Pappus, der Urheber schätzbarer mathematischer Sammlungen (Collectiones mathematicae) und Theon, der Commentator des Euklids, besonders auszeichnen. Von der Trigonometrie der Alten finden sich Proben im Almagest des Ptolemäus, und die Sphärik hat Theodosius in drey Büchern vortreflich abgehandlet. Auch Proclus, ein Neoplatoniker zu Athen im 5ten Jahrhunderte nach C. G. verdient in der Geschichte der reinen Mathematik wegen seines Commentars über das erste Buch des Euklides genannt zu werden.

Bey den Römern hielt zuerst der kriegerische Geist der Nation, dann die Verachtung gegen Griechen und griechische Wissenschaften, und zuletzt der überhandnehmende Luxus, den Fortgang der mathematischen Wissenschaften sehr zurück, worüber sich auch die aufgeklärtern Römer selbst beklagt haben. Cicero (Tusc. Disp. I. 1.), wo er die Verdienste der Griechen und Römer gegen einander hält, sagt: „In summo apud „illos (Graecos) honore geometria fuit. Itaque ni„hil mathematicis illustrius. At nos *metiendi ratio„cinandique* vtilitate huius artis modum terminaui„mus."

Im mittlern Zeitalter erhielten sich die mathematischen Wissenschaften bey den Arabern oder Saracenen, denen wir die Ueberlieferung dieser Kenntniße an den Occident nebst verschiedenen Erweiterungen der Wissenschaft selbst zu verdanken haben. Sie übersetzten die Werke des Euklid, Archimed, Apollonius u. a. m. in ihre Sprache, commentirten über dieselben, gaben der Trigonometrie eine bessere Gestalt, und führten in der Rechenkunst die von den Indianern entlehnte Bezeichnung mit zehn Ziffern ein, welche der neuern praktischen Arithmetik so große Vorzüge vor der alten verschaft hat. Auch brachten sie es zuerst zu einiger Vollkommenheit in der Algebra, einer Wis-

senschaft, deren Name schon zeigt, daß sie zu uns von den Arabern übergegangen sey.

Im funfzehnten und sechszehnten Jahrhunderte erwachte das Studium der mathematischen Wissenschaften in den occidentalischen Ländern. **Leonhard von Pisa** und **Lucas von Burgo** machten die Algebra bekannter, welche in Italien durch **Tartalea**, **Cardan**, **Bombelli**, und in Frankreich durch **Vieta** ansehnliche Erweiterungen erhielt: **Purbach**, **Regiomontan** und **Rhäticus** verbesserten den trigometrischen Canon, und überall war man bemüht, sich durch Ausgaben und Uebersetzungen der griechischen Mathematiker in den Besitz der Schätze des Alterthums zu setzen. Der Anfang des siebzehnten Jahrhunderts zeichnete sich durch **Nepers** sinnreiche und nützliche Erfindung der Logarithmen aus. Zugleich entstand unter den Händen **Keplers** und **Cavalleri** eine neue Geometrie, die sich durch die Methode des Untheilbaren zu weit höhern Untersuchungen erhob, als die Alten hatten unternehmen können. Nachdem **Harriot** in England die Buchstabenrechnung ansehnlich erleichtert und erweitert hatte, wandte **Descartes** dieselbe sehr glücklich auf die Geometrie an, und gab dadurch der Theorie der krummen Linien eine ganz neue Gestalt. **Fermat**, **Wallis**, **Barrow**, **Gregory** bereicherten die Arithmetik und Geometrie mit einer Menge neuer Methoden und Entdeckungen: **Leibnitz** und **Newton** endlich erfanden die Rechnung des Unendlichen, für welche so viele sonst äusserst schwere Untersuchungen ein bloßes Spiel sind, und ohne die es unmöglich ist, in die Lehren der neuern Geometrie und Physik einzudringen. Dieser Theil der höhern Mathematik und vorzüglich die Integralrechnung ist seitdem durch die **Bernoullis** und **Eulern** ungemein erweitert, und auf viele Gegenstände der Physik mit großem Nutzen angewendet worden.

Ein großes Verdienst um die Ausbreitung der mathematischen Wissenschaften haben sich die Neuern durch Abfassung guter Lehrbücher erworben. **Johann Chri-**

stoph Sturm (Mathesis enucleata. Norimb. 1695. 8.) machte in Deutschland hiezu den Anfang, und dem Freyherrn von Wolf (Anfangsgr. aller mathemat. Wiss. Halle, 1710. IV Theile, 8.) gelang es besonders durch die lichtvolle Deutlichkeit und Ordnung seines Vortrags, den Geschmack an der Mathematik weit allgemeiner zu machen. Seine Lehrbücher sind ein halbes Jahrhundert hindurch mit ungemeinem Nutzen gebraucht worden, und das Mangelhafte derselben in Rücksicht auf Vollständigkeit und Schärfe der Beweise läßt sich mit dem Zeitalter und der Absicht ihres Verfassers vollkommen entschuldigen. In der Folge aber ward es nöthig, auf gründlichere und ausführlichere Handbücher zu denken. Hiezu brach Hausen (Elem. Matheseos. Lipf. 1734. 4.) zuerst die Bahn, und ihm folgten die Herren von Segner (Elem. Arithm. et Geom. Halae, 1756. 8.), Kästner (Anfangsgründe der Arithm. Geom. Trigonom. und Persp. Göttingen, 1758. 8. vierte Aufl. 1786. 8. Anfangsgr. der angewandten Mathem. Götting. 1759. 8. dritte Aufl. in 2 Abtheil. 1780. und 1781. 8. Anf. der Analysis endlicher Größen, Gött. 1760. 2te Aufl. 1767. Anf. der Analysis des Unendlichen, Gött. 1761. 2te Aufl. 1770. 8. Anf. der höhern Mechanik, Gött. 1766. 8. Anfangsgr. der Hydrodynamik. Gött. 1769. 8.) und Karsten (Praelectiones Matheseos theoreticae elementaris atque sublimioris. Rost. et Gryph. 1760. 8. Lehrbegrif der gesammten Mathematik. Greifswald, in 8 Theilen von 1767 -- 1777. 8. des 2ten Theiles 1ste und 2te Abth. neue Aufl. Greifswald, 1786. 8.) deren vortrefliche Einleitungen alles leisten, was man bey einem gründlichen Studium der Mathematik verlangen kan. Unter den neusten sind die Anfangsgründe des Herrn Lorenz (Die Elemente der Mathematik in sechs Büchern, Leipzig, 1785. 8.) vor andern zu empfehlen.

Die Geschichte der Mathematik hat das vorzügliche Glück gehabt, von Herrn Montucla (Histoire des mathematiques par M. *Montucla.* à Paris. 1758. II To. 4maj.) so abgehandlet zu werden, daß man diese Arbeit

als ein Muster einer wissenschaftlichen Geschichte betrachten kan. Aus diesem wichtigen Werke, welches jedoch nur bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts reicht, hat Herr Scheibel (Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß, Breslau, 1769. 8. im 1sten, 3ten und 4ten Stück) einen reichhaltigen Auszug mitgetheilt, auch Nachrichten von mehrern Geschichtschreibern der mathematischen Wissenschaften gegeben. Verzeichniße mathematischer Schriftsteller findet man beym Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgr. math. Wiss.) in systematischer Ordnung und mit Urtheilen begleitet; weit vollständiger aber, jedoch in willkührlicher Ordnung, in Herrn Scheibels vortreflicher Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß, von welcher 1789 das achtzehnte Stück erschienen ist.

Ueber den gegenwärtigen Zustand, die Vervollkommnung und Erleichterung des Studiums dieser unter allen am meisten vollendeten und allgemein unentbehrlichen Wissenschaft, verdient auch die Schrift des Herrn Michelsen (Gedanken über den gegenwärtigen Zustand der Mathematik, und die Art, ihre Vollkommenheit und Brauchbarkeit zu vergrößern, Berlin, 1789. gr. 8.) nachgelesen zu werden.

Mechanik, Mechanica, *Mechanique*. Diesen Namen, im weitläuftigsten Sinne genommen, führt die Lehre von der Bewegung und von den Kräften, welche als Ursachen der Bewegung angesehen werden. Dieser wichtige Abschnitt der Naturlehre erfordert häufige Anwendungen der Mathematik, und begreift mehrere einzelne Wissenschaften, welche unter dem Namen der mechanischen einen Haupttheil der angewandten Mathematik ausmachen.

Die bequemste Classification dieser mechanischen Wissenschaften möchte wohl folgende seyn. Man betrachtet die Kräfte entweder im Zustande des Gleichgewichts, oder im Zustande der wirklichen Bewegung; man wen-

tet im letztern Falle entweder nur gemeine, oder auch höhere Mathematik, an; man betrachtet endlich Kräfte und Bewegungen entweder an festen Körpern, oder an tropfbaren flüßigen, oder an elastischen flüßigen Materien. Die Lehre vom Gleichgewicht wird bey festen Körpern **Statik der festen Körper**, bey tropfbaren Flüßigkeiten **Hydrostatik**, bey elastischen **Aerometrie** oder **Aerostatik** genannt. Die Lehre von der Bewegung, in sofern blos praktische Mittel, Bewegung hervorzubringen, mit Hülfe der Elementar-Mathematik erklärt werden, heißt bey festen Körpern **Mechanik** in eingeschränkter Bedeutung des Worts, auch **gemeine Mechanik** oder **Maschinenlehre**, bey tropfbaren Flüßigkeiten **Hydraulik**, bey elastischen **Pnevmatik**: wenn aber mit Beyhülfe der höhern Mathematik genauere Untersuchungen über die Natur und Eigenschaften der Bewegungen angestellt werden, so rechnet man dieselben bey festen Körpern zur **höhern Mechanik** oder **Dynamik**, bey tropfbaren Flüßigkeiten zur **Hydrodynamik**, bey elastischen werden sie mit zur Pnevmatik gezogen, ob man sie gleich auch unter dem Namen der **Aerodynamik** absondern könnte. Einige theilen die höhere Mechanik in **Dynamik** und **Phoronomie**, wobey das, was die Kräfte betrift, zu jener, was aber die Bewegung allein angeht, zu dieser gerechnet wird. Man s. die Artikel: **Aerometrie**, **Aerostatik**, **Dynamik**, **Hydraulik**, **Hydrostatik**, **Hydrodynamik**, **Pnevmatik**, **Phoronomie**, **Statik**, wo von allen diesen Wissenschaften umständlichere Nachricht gegeben wird, daß also hier nur noch von der gemeinen und höhern Mechanik fester Körper etwas hinzuzusetzen übrig bleibt.

Schon im höchsten Alterthum findet man deutliche Spuren von Kenntnißen der praktischen Mechanik. Ohne diese hätten weder die Egyptier den Bau ihrer ungeheuren Pyramiden und die Errichtung so großer Obelisken ausführen, noch auch andere Nationen des Alterthums die Gebäude vollenden können, deren Ruinen uns noch in Erstaunen setzen. Dennoch sind hieraus noch nicht tiefe Einsich-

ten in die Theorie der Mechanik zu folgern. Der Gebrauch der einfachsten Rüstzeuge, des Hebels, des Haspels und der schiefen Fläche, wovon die Entdeckung sich dem Menschen so leicht darbietet, war schon vermögend, erstaunliche Dinge zu bewirken, wenn dabey die Kräfte der Menschen in so großer Menge und mit solcher Anstrengung, als es bey den Alten gewöhnlich war, angewendet wurden. Diese Verschwendung der menschlichen Kraft erleichterte ehedem alle mechanischen Unternehmungen, da hingegen die neuere Mechanik fast gänzlich die Ersparung und Verstärkung der menschlichen und thierischen Kräfte zur Absicht hat.

Die Theorie der Mechanik entwickelte sich zuerst bey den Griechen. Zwar sind die mechanischen Fragen des Aristoteles von gar keinem Werthe, wie er denn z. B. die Erscheinungen des Hebels aus den wunderbaren Eigenschaften des Cirkels herleitet: in andern Schriften aber (Phys. L. I. c. vlt.) gedenkt er doch schon des mechanischen Grundgesetzes, daß Kräfte gleich viel wirken, wenn sie sich umgekehrt wie ihre Geschwindigkeiten verhalten. Weit größer sind **Archimeds** Verdienste um diese Wissenschaft. Er demonstrirte zuerst (Ισοῤῥοπικῶν βιβλ. β. s. de aequiponderantibus libri II.) das Gesetz des Hebels, als den eigentlichen Grundsatz der Statik, und bediente sich dabey der sinnreichen Idee vom Schwerpunkte, von der er der erste Urheber zu seyn scheint. Auch lehrte er die Erfindung des Schwerpunkts mehrerer Figuren, besonders der Parabel, mit vielem Scharfsinn. Unter seine praktischen Erfindungen zählen die Alten die Schraube ohne Ende und die Zusammensetzung der Scheiben im Kloben, oder den Polyspast. Er ließ nach dem Berichte des Athenäus (Deipnosophist. L. V.) den König Hieron ganz allein ein Schif in Bewegung setzen, und that dabey den kühnen Ausspruch, daß er die Erde bewegen wolle, wenn man ihm einen Standpunkt ausser derselben gäbe, s. Hebel. Er vertheidigte nach den Zeugnißen des **Polybius**, **Livius** und **Plutarch** seine Vaterstadt Syrakus durch neuerfundene Maschinen glücklich gegen die Belagerung der Römer,

bis er bey der ohne seine Schuld erfolgten Eroberung im J. 212. vor C. G. das Leben verlohr. Unter den alexandrinischen Mathematikern haben sich besonders Ctesibius und Heron um die Mechanik verdient gemacht. Der letztere brachte nach dem Berichte des Pappus (Collect. Math. L. VIII.) alle Rüstzeuge auf die Theorie des Hebels, setzte sie auf verschiedene Art zum praktischen Gebrauch zusammen, und erfand eine Maschine aus bezahnten Rädern (βαρουλκον) zu Fortschaffung großer Lasten. Ausser seinem vornehmsten Werke über die Wassermaschinen hat man von ihm eine Schrift von Verfertigung der Wurfspieße (Βελοποιηκά) s. Telofactiua gr. et lat. ex interpr. *Bern. Baldi*, Aug. Vind. 1616. 4.). In spätern Zeiten haben sich noch Isidorus von Milet, Anthemius und der jüngere Heron durch Erfindung von Kriegsmaschinen hervorgethan. Im mittlern Zeitalter aber scheinen die mechanischen Wissenschaften gänzlich in Vergessenheit gelegen zu haben; man findet weder bey den Arabern, noch im Occident, Spuren mechanischer Kenntniße, einige Erzählungen von künstlichen Automaten ausgenommen, deren Verfertigung dem Roger Baco und Albert Grot zugeschrieben wird, welche beyde in diesen finstern Zeiten für Zauberer galten.

Selbst im sechszehnten Jahrhunderte nach C. G. waren die Fortschritte der mechanischen Theorie noch unbedeutend. Man commentirte über die Quästionen des Aristoteles, glaubte, die bewegten Körper würden durch die hinter ihnen zusammenfahrende Luft fortgetrieben, nahm Bewegungen an, die ihrer Natur nach kreisförmig wären, theilte überhaupt die Bewegung in natürliche und gewaltsame, und behauptete in Absicht auf die Gesetze derselben die sonderbarsten Irrthümer. Doch ward die Statik von Guido Ubaldi, Marchese del Monte (Mechanicorum libri VI. 1577.) mit ziemlichem Glück bearbeitet, und ganz auf das Gesetz des Hebels gebracht; auch fand Tartalea einige richtige Sätze der Lehre von geworfenen Körpern. Simon Stevin (Beghinselen der Weghkonst, Amst. 1596. 4.) entdeckte endlich das wahre Gesetz des

Gleichgewichts auf der schiefen Ebne, erfand die sinnreiche Methode, die Größe der Kräfte durch gerade mit ihrer Richtung parallel laufende Linien auszudrücken, und kam dadurch auf den Satz des Gleichgewichts zwischen drey Kräften, der zum allgemeinen Grundsatze der Statik dienen kan, s. **Gleichgewicht**.

Die glänzende Epoche der Mechanik aber fängt erst von den Zeiten des Galilei an, dessen wichtige Entdeckung der Gesetze fallender Körper bey dem Worte: **Fall der Körper** erzählt worden ist. Hiedurch ward der erste Grund zur höhern Mechanik gelegt, von der schon Galilei selbst einige Lehren, z. B. vom parabolischen Wege geworfener Körper, von der Bewegung der Pendel, vom Widerstande fester Körper rc. weiter entwickelte. Ihm gehört auch der Satz, daß einerley Kraft stets einerley Zeit braucht, um eine gegebne Last durch einen gegebnen Raum zu führen, und daß daher bey allen Maschinen eben so viel an Raum oder Zeit verlohren, als an Kraft gewonnen wird. Diese Entdeckungen wurden von ihm schon gegen das Ende des sechszehnten Jahrhunderts gemacht, aber erst später in seinen mechanischen Abhandlungen (Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Mecanica ed i muovimenti locali. Leid. 1638. 4.) vorgetragen. Von den darüber entstandnen Streitigkeiten s. den Art. **Fall der Körper**.

Aus diesen Erfindungen des Galilei entsprang in der ersten Helfte des siebzehnten Jahrhunderts die höhere Mechanik durch **Torricelli**, **Baliani**, **Borelli** in Italien, so wie durch **Roberval** und **Descartes** in Frankreich. Der **P. Mersenne**, durch dessen ausgebreiteten Briefwechsel damals die Gelehrten mehrerer Länder in Verbindung standen, veranlaßte durch vorgelegte Fragen und Aufgaben eine Menge hieher gehöriger Untersuchungen, die man in seiner Harmonia vniuersali und seiner Abhandlung de mechanica findet. **Descartes** (Tract. de Mechanica, ed. in Opusc. posth. Amst. 1701. 4.) lehrte die Eigenschaften der Bewegung noch deutlicher, als Galilei,

und führte den Grundsatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Producte der bewegten Masse in ihre Geschwindigkeit gleich sey. Er erkannte, daß jede Bewegung mit unveränderter Richtung und Geschwindigkeit fortdauern müsse, und daß krummlinigte Bewegungen nicht anders, als durch beständige Einwirkung einer ablenkenden Ursache entstehen könnten. Desto irriger sind seine Meinungen von den Gesetzen des Stoßes. Sie beruhen auf dem Grundsatze, daß in der Körperwelt immer eine gleiche Summe von Bewegung erhalten werde, wobey aber Descartes Bewegung nach entgegengesetzten Richtungen nicht gehörig unterscheidet, sondern vielmehr jede Bewegung der Ruhe entgegensetzt, und der letztern eine besondere Kraft beylegt — Ideen, welche nothwendig auf falsche Folgen führen musten. Die wahren Gesetze des Stoßes oder der mitgetheilten Bewegung wurden bald darauf von **Wallis**, **Wrenn** und **Huygens** entdeckt, und in den ersten Numern der philosophischen Transactionen bekannt gemacht, s. Stoß. **Wallis** (Mechanica, s. de motu tract. geom. Oxon. 1669. fol. & in Opp. Vol. I.) trug die bis auf seine Zeit gemachten Erfindungen vollständig zusammen.

Huygens bereicherte diese Wissenschaft mit verschiedenen neuen Theorien. Er wandte zuerst das Pendel an, um den Gang der Uhren gleichförmig zu machen; er entdeckte die merkwürdigen Eigenschaften, welche der Cykloide hiebey zukommen; er erweiterte und berichtigte die Theorien vom Mittelpunkte des Schwunges und des Stoßes, und erfand die Sätze von der Schwungkraft im Kreise, s. Centralkräfte (Th. I. S. 496 u. f. ingl. S. 500.).

Endlich vollendete **Newton** durch seine Entdeckungen das Gebäude der höhern Mechanik, das er in seinem unsterblichen Werke (Philosophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4.) aufgeführt, und der Mechanik der Himmelskörper oder der physischen Astronomie zum Grunde gelegt hat. Er behandlete die Lehre von den krummlinigten Centralbewegungen in der grösten Allgemeinheit, fand durch Anwendungen der erhabensten Geometrie ihre Gesetze, und entwarf zuerst eine vollständige Theorie der

Bewegungen in widerstehenden Mitteln. In der Vorrede seines Werks unterscheidet er die höhere Mechanik (Mechanicam rationalem s. scientiam motuum & virium) ausdrücklich von der gemeinen oder der Maschinenlehre (Mechanica practica s. scientia potentiarum ad artes manuales spectantium), und man hat seitdem diesen Unterschied genau zu beobachten fortgefahren.

Von dieser Zeit an ward die höhere Mechanik mit Hülfe der Rechnung des Unendlichen immer ansehnlicher erweitert. Man pflegte sich damals Aufgaben vorzulegen, an deren Auflösung die Mathematiker ihre Geschicklichkeit zeigen, und die Stärke ihrer Methoden prüfen konnten. Dahin gehören die mechanischen Probleme von den isochronischen Curven, der Kettenlinie, der elastischen Curve, der Linie des kürzesten Falles, der Figur des kleinsten Widerstandes u. a., woran **Huygens**, **Leibnitz**, **Jacob** und **Johann Bernoulli**, **de l'Hopital**, **Fatio de Duillier**, **Saurin** u. a. ihre Kräfte geübt, und dabey manche nützliche Methoden und Lehrsätze gefunden haben.

Hermann (Phoronomia s. de viribus & motibus solidorum & fluidorum libri II. Amst. 1716. 4.) trägt die Lehren der höhern Mechanik synthetisch, **Euler** hingegen (Mechanica, s. motus scientia analytice pertractata. Petrop. 1736. II To. 4. maj. und Theoria motus corporum solidorum s. rigidorum. Rostoch. & Gryphisw. 1765. 4.) analytisch vor. **D'Alembert** (Traité de Dynamique. à Paris, 1743. 4.) stellt eine sehr scharfe Prüfung der Gründe an, auf welchen das ganze Gebäude der Mechanik beruht, und sucht dieselben mehr aufzuklären und schärfer zu erweisen. Einen ähnlichen Versuch hat auch **Lambert** gemacht (Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik, II. Theil, Berlin, 1770. 8. Num. 11.). Kürzere Einleitungen in diese Wissenschaft haben die Herren **Kästner** (Anfangsgründe der höhern Mechanik. Götting. 1766. 8.) vorzüglich aus Eulers und Joh. Bernoullis Werken, und **Karsten** (Lehrbegrif der gesammten Mathematik, im 3ten und 4ten Theile) mit schönen Anwendungen auf das Ma-

schinenwesen gegeben. Das neuste System der höhern Mechanik von Herrn de la Grange (Mechanique analytique. à Paris, 1788. 8.) leitet in der höchsten Allgemeinheit, und ohne alle Figuren, die ganze Statik und Dynamik aus einer einzigen Grundformel ab.

Die Maschinenlehre, welche ohne höhere Mechanik nicht vollkommen seyn kan, hat seit Newtons Zeiten eine ganz andere Gestalt, als vormals, gewonnen. In England zeichneten sich als praktische Mechaniker D. Hook und Desaguliers, in Frankreich Huygens, Hautefeuille, Varignon, de la Hire, Amontons, Parent, Camus u. a. aus. Hook und Hautefeuille brachten zuerst die Spiralfeder bey den Uhren, und Römer die epicykloidalischen Zähne an dem Räderwerk an. Varignon (Nouvelle Mecanique. à Paris, 1725. 4.) brachte die Statik ganz auf Stevins Grundsatz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte; und de la Hire (Traité de Mecanique. Paris, 1695. 4.) gab einen neuen Beweis vom Gesetze des Hebels, sehr ähnlich mit demjenigen, auf welchen nachmals Herr Kästner für sich gekommen ist, s. Hebel. Amontons, Parent, Musschenbroek und Desaguliers klärten zuerst die Lehren vom Reiben und von der Steife der Seile auf, und Camus (Traité des forces mouvantes. Paris, 1722. 8.) handlete die Anfangsgründe der Maschinenlehre mit vieler praktischen Geschicklichkeit ab.

Einleitungen in die Statik und Maschinenlehre enthalten die Lehrbücher der angewandten Mathematik, vornemlich das Kästnerische. Herr Karsten (Lehrbegrif der ges. Math. III—VI. Theil) hat sehr viel brauchbares vom Maschinenwesen beygebracht, so wie Martin (Philosophia Britannica, nach der deutschen Uebers. Leipzig, 1778. 8.) und Mönnich (Anleitung zur Anordnung und Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen, 1ste Abth. Augsp. 1779. 8.). Einen sehr leichten und faßlichen Vortrag der Maschinenlehre enthält des Herrn Büsch Versuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens (2te Aufl. Hamburg, 1776. 8.). Ein Verzeichniß der vornehmsten mechanischen Schriften bis auf seine Zeit liefert Wolf

(Kurzer Unterricht von den vornehmst. mathem. Schriften Cap. 8., im vierten Theile s. Anfangsgr. der math. Wissensch.)

Mechanismus, Mechanismus, *Mechanisme.* Eigentlich bedeutet dieses Wort den Bau oder die innere Einrichtung einer Maschine, mittelst welcher die Kraft in derselben ihre Wirkung hervorbringt. So redet man von dem Mechanismus einer Uhr, eines Mühlwerks u. dgl. Im weitläuftigern Sinne heißt Mechanismus überhaupt die Art und Weise, auf welche eine materielle Ursache ihre Wirkung hervorbringt. So sagt man, es sey möglich, daß Anziehung, Schwere, Cohäsion ꝛc. durch Stoß oder Druck einer feinen Materie vermittelst eines uns unbekannten Mechanismus bewirkt werden.

Meer, Mare, *Mer.* Die große Sammlung von Wasser, welche die niedrigern Stellen der Erdfläche bedeckt, und in welche sich die Flüße ergießen. Ueber zwey Drittel der ganzen Erdfläche stehen unter Wasser, s. **Erdkugel.** Die grösten und tiefsten Thäler der Erdrinde bilden rings um die festen Länder ein großes zusammenhängendes Bassin, in welchem sich das **Weltmeer**, die offne See (Oceanus, *Ocean*) befindet. Diejenigen Theile davon, welche sich tief zwischen das Trockne hinein erstrecken, heissen **Meerbusen, Golfen** (Sinus), und sind mit dem Weltmeere insgemein durch **Meerengen, Straßen** (Freta *Détroits*) verbunden. Sammlungen von Wasser mitten im Lande heissen **Landseen**, s. **Seen.**

Das Weltmeer wird insgemein unter vier große Abtheilungen gebracht. Das **Eismeer** (Oceanus septentrionalis s. glacialis) umgiebt die Gegenden des Nordpols; das **atlantische** (Oceanus atlanticus) zwischen den westlichen Küsten der alten und den östlichen der neuen Welt, wird nordwärts auch die **Nordsee**, und südwärts das **äthiopische Meer** genannt; die **Südsee** oder das **stille Meer** (Oceanus australis, Mare pacificum) befindet sich zwischen den westlichen Küsten von Amerika und den östlichen von

Asien; endlich das **indische Meer** (Oceanus indicus) geht von Asiens südlichsten Küsten gegen den Südpol herab.

Unter den Meerbusen ist der gröste und merkwürdigste das **mittelländische Meer** (Mare mediterraneum), welches sich zwischen Europa, Afrika und Asien über 50 Grad weit ins Land hineinstreckt, und nur durch die enge Straße bey Gibraltar mit dem atlantischen Ocean zusammenhängt. Es wird seiner ansehnlichen Größe wegen wiederum in verschiedene Theile getheilt, wovon wir nur das **adriatische**, das **ägeische Meer**, das **Mare di Marmora** (Propontis) und das **schwarze Meer** (Pontus Euxinus s. mare nigrum) bemerken wollen. Das letztere ist mit dem Mare di Marmora durch die Straße bey Constantinopel (Bosphorus thracicus), und dieses mit dem ägeischen Meere durch den **Hellespont** oder die **Dardanellen** verbunden.

Durch die Meerenge bey Gibraltar geht in der Mitte ein beständiger Strom aus dem atlantischen Meere in das mittelländische; auf den Seiten aber geht er zweymal im Tage ein und zurück. Auch das schwarze Meer strömt durch den Bosphorus und die Dardanellen ein, und führt das Wasser der großen Flüße, die es aufnimmt, dem mittelländischen Meere zu. Ausserdem ergießen sich in dieses Meer noch eine Menge ansehnlicher Ströme, ohne daß man irgendwo einen Ausfluß ins Weltmeer oder ein bleibendes Anwachsen des Wassers wahrnimmt. Es entsteht also die Frage, wo dieses Wasser bleibe? **Kircher** (Mund. subterran. To. I.) glaubt, es werde durch unterirdische Gänge, besonders unter der Landenge zwischen Afrika und Asien, abgeführt; **Halley** (Miscellan. curiosa To. I.) und **Buffon** (Hist. naturelle To. I. p. 399.) hingegen lassen es durch die Ausdünstung hinweggehen, wobey **Popowitsch** (Untersuchungen vom Meere, Frf. u. Leipz. 1750. 4.) noch die unterirdische Wärme zu Hülfe nimmt. Alle diese Schriftsteller aber setzen bey ihren Berechnungen die Menge des einströmenden Wassers bey weitem zu gering an. Nach **Bergmanns** Ueberschlage führt der Strom in der Meerenge bey Gibraltar soviel Wasser ein, daß dadurch die Oberfläche des mittelländischen Meeres in einem Jahre gegen 22 Fuß höher werden

müſte, und nur der Nil allein würde noch 4 Fuß hinzuſetzen. Die Ausdünſtung hingegen erniedrigt die dünſtenden Flächen jährlich nur etwa um 30 Zoll, und durch den herabfallenden Regen ꝛc. werden ſie faſt um eben ſoviel wieder erhöhet. Mithin iſt die Ausdünſtung viel zu ſchwach, um das Phänomen zu erklären, zu geſchweigen, daß eine ſo ſtarke Verdünſtung des aus dem Weltmeere gekommenen Waſſers eine ungeheure Menge von Salz zurücklaſſen müſte, die man doch im mittelländiſchen Meere nicht wahrnimmt. Wahrſcheinlicher iſt es alſo, daß ſich in der Tiefe des Meeres ein ausführender Strom befinde; ſo wie durch eine Thür zwiſchen einem wärmern und einem kältern Zimmer, die leichtere Luft aus jenem oben aus, und die ſchwerere unten einſtrömt. Der Graf Marſigli (Histoire physique de la mer. Amsterd. 1725. fol.) hat im thraciſchen Boſphorus wirklich ſolche entgegengeſetzte Ströme gefunden; und nach den Beobachtungen der engliſchen Schiffer giebt es dergleichen auch im Sunde. Buffons Einwendung, daß die Hypotheſe der doppelten Ströme gegen die Geſetze der Hydraulik ſtreite, iſt ungegründet, und von Waiz (Schwed. Abhandl. von 1755, der deutſchen Ueberſ. S. 28 u. f.) hinreichend widerlegt worden. Im Jahre 1712 ward ein holländiſches Schif in der Mitte der Meerenge in Grund geſchoßen; einige Tage darauf fand man faſt eine Meile weſtwärts Tonnen davon, die zu Boden geſunken und dem untern Strome gefolgt waren (Waiz, S. 29.).

Ein andrer großer Meerbuſen iſt das baltiſche Meer oder die Oſtſee, zwiſchen den Küſten von Deutſchland, Preuſſen, Liefland und Schweden. Sie hängt mit der Nordſee durch drey Meerengen, den Sund, den großen und den kleinen Belt zuſammen, durch welche beſtändig Waſſer in ſie einſtrömet. Der arabiſche Meerbuſen oder das rothe Meer zwiſchen Arabien und Afrika iſt wegen ſeiner häufigen rothen Corallen berühmt, und ſoll nach de l'Isle (Mém. de Paris. 1702) ehedem mit dem Nil und dadurch mit dem mittelländiſchen Meere in Verbindung geſtanden haben. Andere, z. B. den perſiſchen Meerbuſen, das weiſſe Meer ꝛc. muß man aus den geographiſchen Handbü-

chern kennen lernen. Die breitern führen den Namen der Bayen, wie die Hudsonsbay, Baffinsbay u. s. w.

Der **Boden** des Meeres ist wie die Oberfläche des festen Landes gebildet, so daß Thäler, Hügel und Berge überall mit einander abwechseln. Dies beweisen die aus dem Meere hervorragenden Klippen und Inseln, und die verschiedene Tiefe des Wassers. Man findet auf dem Meergrunde Schichten von verschiedenen Materien, dergleichen **Donati** (Della storia naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Vitaliano Donati Auszug der Naturgesch. des adriat. Meeres, Halle, 1753. gr. 4.) untersucht, und von Marmor, Fels, Sand, Erdarten, mit Kies und Conchylien vermischt, gefunden hat. Diese Schichten erhöhen sich von Zeit zu Zeit. Desto wahrscheinlicher wird hieraus der Satz, daß auch unser festes Land ehedem Meergrund gewesen sey, s. **Erdkugel**. Es giebt auch Quellen auf dem Boden des Meeres. **Kircher** (Mund. subterr. To. I. p. 97.) erzählt, der sicilianische Taucher **Pesce Cola** habe auf dem Grunde der Charybdis einen reißenden Strom entdeckt.

Die **Tiefe** des Meeres ist sehr verschieden. **Boyle** (Relationes de fundo maris Sect. 1.) erzählt, im Canale zwischen England und Frankreich habe man in einer Entfernung von zwo Schifslängen die Tiefe an einem Orte 30, am andern 100 Klaftern gefunden daß es also daselbst eine jähe Klippe geben muß. Die gröste Meerestiefe ist noch nicht bekannt. **Forster** erreichte um den Aequator, wo man sie immer am grösten findet, mit 250 Klaftern noch keinen Grund. Er meldet, daß solche Versuche große Umstände erfordern, weil das Schif dabey in den Wind gelegt, und die halbe Mannschaft auf das Verdeck commandirt werden muß, welches die Schifskapitäne nicht leicht zugeben.

Dampier (Voyage autour du monde. To. II. p. 119 sq.) nahm wahr, daß das Meer längst den Küsten insgemein um soviel tiefer ist, je höher die Küsten sind; daß man hingegen an flachen niedrigen Küsten die geringste Tiefe und die bequemsten Ankerplätze findet. **Buffon** (Hist. naturelle To. II. p. 199. edit. in 12.) zieht daraus die allge-

meine Regel, daß die Ungleichheiten des Meergrunds mit denen auf den angrenzenden Küsten übereinstimmen. Dem zufolge müste das Weltmeer gegen den Chimboraço in Südamerika am tiefsten, gegen die östliche Seite von Asien seichter, und das mittelländische gegen den weitgestreckten Atlas seichter, gegen die Pyrenäen tiefer seyn. Auch giebt **Marsigli** die Tiefe des Meers an den französischen Küsten sehr groß, und bis auf 1500 Toisen an. **Forster** aber bemerkt, daß im Südmeere sehr häufige Ausnahmen von dieser Regel vorkommen.

Das **Meerwasser** hat einen salzigen und zugleich bittern Geschmack, und mehr eigenthümliches Gewicht, als das süße Wasser. Nach dem Aequator zu ist es am schärfsten, nach den Polen weniger gesalzen: auch ist es in der Tiefe salziger und bitterer, als oben. **Bergmann** hat über diesen Salzgehalt viele Versuche gesammlet, welche aber so weit von einander abweichen, daß ich kein Mittel daraus zu ziehen wage. Es ist auch der Grad der Salzigkeit an einerley Orte veränderlich. **Marsigli** legt dem mittelländischen Meere 1 Loth, andere 2, 3 bis 4 Loth Salz aufs Pfund bey. Ueberhaupt aber ist es noch weit entfernt, von Salz gesättigt zu seyn, und weit schwächer als die Solen, welche zum Salzsieden gebraucht werden. Dennoch erhält man, besonders in Frankreich und Holland, durch Abdünsten Kochsalz aus dem Seewasser, welches insgemein **Boysalz** genannt wird, von dessen Bereitung **Gaubius** (De aqua maris septemtrionalis orae belgicae in s. Adversariis p. 1.) und **Bergmann** (De aqua pelagica in Opusc. Vol. I. S. 179.) handlen.

Den Grund der Bitterkeit suchte man ehedem in einem beygemischten Erdharze oder Bergfette, welches **Marsigli** von den im Grunde befindlichen Steinkohlen herleitete, und sogar den Geschmack des Seewassers durch 46½ Loth Wasser, 1½ Loth Kochsalz und 48 Gran flüchtigen Steinkohlengeist nachzuahmen suchte. Aus diesem Grunde hielt man es auch für unmöglich, ihm diese Bitterkeit ohne Zusatz einer fremden Materie zu benehmen. Allein **Bergmann** und **Macquer** (Chym. Wörterb. Art: **Seewasser**) haben

nach den genausten Versuchen keine Spur von Bergfett darinn gefunden. Der erstere erhielt aus einer schwedischen Kanne Seewasser, 2 Unzen und 432 Gran Kochsalz, 380 Gran Bitterkochsalz, und 45 Gran Gyps. Nach allen Versuchen bleibt nach dem Anschießen des Salzes eine dicke lauge übrig, in welcher noch Salzsäure, weisse Magnesia, Glaubersalz und selenitische Theile stecken. Da alle diese Theile nichts flüchtiges enthalten, sondern beym Abdünsten des Wassers zurückbleiben, so muß es sehr wohl möglich seyn, durch die Destillation das Seewasser trinkbar zu machen.

Man hat dennoch bey dieser für die Seefahrer sehr wichtigen Aufgabe viele Schwierigkeiten gefunden. Nach dem Plinius (H. N. XXXI. 6.) fiengen die Alten die Dünste des Seewassers mit aufgehangnen oder ausgespannten Fellen auf, welche alsdann ausgedrückt süßes Wasser gaben. Plinius schlägt auch vor, hohle Gefäße von Wachs tief ins Meer zu senken, die sich durchs Wachs mit filtrirtem trinkbaren Wasser füllen würden. Selbst Leibnitz (Act. Erud. Lipf. 1682. p. 386.) räth an, das Seewasser durch Glötte zu filtriren. Marsigli glaubte durch ein 75 Zoll hohes mit Sand und Erde gefülltes Rohr dem Seewasser, das er durch selbiges geseihet hatte, den größten Theil des Salzes und der Bitterkeit benommen zu haben. Aber der P. Feuillee fand alle diese Vorschläge des Filtrirens unzureichend. Samuel Reyher (Act. Erud. Lipf. 1697. p. 398.) bemerkte zuerst, daß das Eis aus Seewasser ganz ohne Salz sey. Diese Beobachtung, die sich vollkommen bestätiget hat, giebt ein sicheres Mittel, trinkbares Wasser durchs Gefrieren zu erhalten; allein die Seefahrer können dasselbe nur selten anwenden.

Mehrere sehr aufgeklärte Naturforscher versuchten die Destillation mit solchen Zusätzen, welche dabey das vermeinte flüchtige Erdharz zurück halten sollten. So destillirte Hauton (Philos. Trans. no. 67.) das Seewasser über fixes Alkali, und glaubte das Uebergegangene durch eine Erde reinigen zu können. Lister (Phil. Trans. no. 156.) trieb es über Seegras (Alga marina), Appleby und Wat-

son (Phil. Tr. Vol. XLVIII. P. I. p. 69.) über Höllenstein, gebrannte Knochen und ätzendes Laugensalz, Chapman (Phil. Tr. Vol. L. P. II. p. 635.) über Seife und Asche.

Da das faulende Wasser, wenn es das flüchtige verlohren hat, von dem Bodensatze geschieden, wieder klar und gut wird, so hat schon Leutmann, nachher aber Hales (Edinb. Medical Essays To. V.) versucht, das Meerwasser durch die Fäulniß zu reinigen. Er läst es in bedeckten Gefäßen faulen, bis der Geruch verschwunden ist, und destillirt es alsdann viermal ohne Zusatz.

Man ist aber endlich wiederum auf den richtigen Weg der simplen Destillation zurückgekommen, wobey es nur auf bequeme Maschinen ankömmt, um eine hinreichende Menge Wassers ohne großen Zeitverlust und Aufwand von brennbaren Materien zu erhalten. Gautier, ein Arzt zu Nantes, erfand eine solche Maschine im Jahre 1717 (s. *Gallon* Recueil des machines approuvées par l'Acad. To. III. no. 189.), durch die er ein völlig trinkbares Wasser bereitete; aber sie war noch zu unbequem für die Seefahrer. Im Jahr 1765 gab Poissonnier, Mitglied der medicinischen Facultät zu Paris, einen Apparat an, der aus einem ablangen kupfernen inwendig verzinnten Gefäße, mit einem Hute an jedem Ende versehen, besteht, nur zween Matrosen zur Behandlung erfordert, und dennoch in einem Tage 4200 Kannen Wasser liefern kan. In England zeigte D. Lind (Essay on diseases incident to Europeans in hot climates) eine bequeme und ihrem Endzwecke vollkommen entsprechende Methode der Destillation. Nach seinen Vorschriften erfand D. Irving eine ganz einfache Destillirmaschine, und erhielt dafür vom brittischen Parlamente eine Belohnung von 4000 Pf. Sterling. Man braucht dabey nicht mehr Brennholz, als sonst, sondern es wird blos an vier Tagen der Woche, da die Matrosen kein Fleisch bekommen, der eine Kochkessel, der ohnehin mit Seewasser gefüllt werden muß, um nicht vom Feuer zu leiden, mit einem hölzernen Deckel bedeckt, an dem sich eine kupferne Röhre mit einer Vorlage und einem Kühlgefäße befindet, in welches letztere ein Matrose beständig frisches Seewasser hineinpumpt und

durchlaufen läßt. Bey Cooks Seereise im Jahr 1772 war diese Methode auf beyden Schiffen angebracht, und gab jedesmal 120 Quart Wasser, welches aber für das Bedürfniß der Mannschaft bey weitem nicht zugereicht hätte, wenn man sich auf dieses destillirte Wasser allein hätte verlassen sollen. So bequem diese Einrichtung ist, so gesteht doch Herr **Forster**, daß sie noch immer mehr Holz erfordere, als irgend ein Schif mit sich führen kan, wenn man hinlängliches Trinkwasser dadurch erhalten wolle, daß sie also nur im Nothfall von wirklichem Nutzen seyn könne, welches inzwischen bey einer Aufgabe von dieser Art schon genug ist.

Ueber die Ursache der Salzigkeit des Seewassers sind die Meinungen sehr getheilt gewesen. Die Scholastiker leiteten sie nach dem Aristoteles (Meteor. II. 3.) von der Wirkung der Sonne, und den Ausdünstungen des trocknen Landes her, die mit dem Regen ins Meer fielen. Wenn dieses wäre, so müste das Meer, der Erfahrung zuwider, oben salziger, als in der Tiefe, seyn. Halley (Philos. Trans. no. 344.) glaubte, das Salz komme aus den Flüßen. **De Maison-Neuve** (in Rozier Journal Nov. 1778) leitet es ebenfalls von den Flüßen her, worinn es sich durch die von der Ebbe und Fluth verursachte Bewegung auflöse. Gleichwohl bemerkt man nicht, daß die Salzigkeit des Meers zunimmt, wie doch alsdann geschehen müste, weil die Flüße immer Salz zuführen würden, die Ausdünstung aber keines abführt. Andere behaupten, das Meer sey gesalzen erschaffen, oder das Salz werde in demselben erzeugt. Am wahrscheinlichsten erklärt man es aus den auf dem Grunde befindlichen Salzbergen und Salzlagern, welche nach und nach aufgelöset werden. Es wird zwar eingewendet, daß das Meer dann mit Salz gesättigt seyn müsse; vielleicht aber ist es auch in den grösten Tiefen, wo es Salzbänke berührt, wirklich gesättigt, und theilt nur seinen Gehalt dem obern Wasser aus Mangel an Bewegung nicht mit; so wie ruhig stehendes Wasser in Gefäßen nur wenig Salz auflöset, und auf der Oberfläche kaum einigen Geschmack davon erhält. Uebrigens nützt das Salz dem Meere dazu, daß dieses größere Lasten trägt und nicht so leicht gefriert. Einige setzen

noch hinzu, daß das Salz die im Meer enthaltenen thierischen und vegetabilischen Theile vor der Fäulniß schütze. Aber die Erfahrung lehrt, daß das Salz, wenn es dem Wasser in geringer Menge beygemischt ist, die Fäulniß vielmehr befördert, s. **Leuchtende Körper.**

Die gewöhnlichste Farbe des Seewassers ist himmelblau oder grün, ob man gleich auch andere Farben wahrnimmt, die theils vom Boden, theils von darinn befindlichen Insekten oder Seepflanzen herrühren. So haben mehrere vor der Mündung des Plataflußes das Meer roth gefunden, und der Meerbusen bey Californien hat von dieser Farbe den Namen Mare de Vermejo erhalten. **Forster** bemerkt, daß die Farbe des Oceans sehr vom klaren oder trüben und bewölkten Himmel abhange. **Halley** ließ sich unter der Taucherglocke tief ins Meer, fand das Obertheil seiner Hand, worauf die Sonne durchs Wasser und durch ein Fenster in der Glocke schien, rosenroth, das Untertheil grün (Newton Optic. L. II. P. I. prop. 10.), daß also das Meer die rothen Stralen durchließ und die grünen zurückwarf. Ueber die Durchsichtigkeit des Seewassers findet man Versuche bey **Bouguer** (Traité d'Optique sur la gradation de la lum. p. 65.) und **Lambert** (Photometr. §. 468.). Bouguer setzt, es werde das Licht, wenn es durch 10 Fuß Seewasser geht, im Verhältniße 5 : 3 oder 5 : 3½ geschwächt, und eine Dicke von 679 Fuß Seewasser würde alle Durchsichtigkeit benehmen.

Das Meer wirft zuweilen bey Nacht einen **leuchtenden Schein** von sich. Nach Kirchern soll **Americus Vespucci** dies zuerst wahrgenommen haben. Dieses Licht erscheint bisweilen bey stiller See, wie tausendfältige Sterne auf der Oberfläche zerstreut, bisweilen bey der Bewegung, wo die Wellen brechen oder an feste Körper schlagen; oft leuchtet auch nur die nächste Gegend um das Schif, und besonders die Furche, die dasselbe im Wasser nach sich läst, oder die Spur der schwimmenden Fische. Der **P. Bourzes** (Lettres édifiantes. To. IX. Paris. 1730.), der auf seiner Reise nach Indien schätzbare Beobachtungen hierüber gemacht hat, sucht den Grund davon in einer fetten oder

klebrichten Materie im Seewasser, die vielleicht von der Fäulniß herrühre. Hiemit scheinen **Canton's** Versuche (Philos. Trans. Vol. LIX. p. 446.) die ich bey dem Worte: **Leuchtende Körper**, angeführt habe, sehr wohl übereinzustimmen, nach welchen das Leuchten der Seefische und des Wassers, worinn man sie schüttelt, mit dem ersten Anfange der Fäulniß verbunden zu seyn scheint.

Vianelli (Nuove scoperte intorno alle luci notturne dell' acqua marina Venez.) und **Grisellini** (Nouvelles obs. sur la scolopendre marine), zween Venetianer, imgleichen **Nollet** (Mém. de Paris, 1750.) schreiben das Leuchten des Seewassers einem phosphorischen Insekte zu. Der letztere sahe die leuchtenden Punkte auf dem Seegrase des Bodens, wie Insekten, springen. **Le Roi** (Observ. sur une lumiere produite dans la mer in den Mém. presentés. To. III.) bemerkte, daß das Schif im Segeln bey Tage eine Menge kleiner Theilchen in die Höhe warf, die bey Nacht feurig schienen, aber er hält sie nicht für Insekten, weil er sie mit dem Schnupftuche aufgefangen, rund und ohne Merkmale einer thierischen Beschaffenheit fand. **Fougeroux de Bondaroy** (Sur la lumiere, que donne l'eau de la mer dans les lagunes de Venise in den Mém. de Paris 1767.) schreibt dieses Leuchten einer kleinen Nereide, und **Forskal** nach **Niebuhrs** Erzählung (Reise nach Arabien Th. I. S. 7.) einer Menge von Medusen zu. Auch **Bartholin** (De luce animalium) und **Donati** haben es von Meergewürmen (Mollusca) hergeleitet.

Forster unterscheidet drey Arten des Leuchtens. Die erste, die sich blos in der Nähe des Schifs zeigt, erklärt er für ein elektrisches Phänomen; die zwote, die sich bey langen Windstillen über die ganze See verbreitet, hält er für ein phosphorisches durch Fäulniß erzeugtes Licht; die dritte entsteht nach ihm aus dem Leuchten unzählbarer großen und kleinen Thierchen.

Das Meer wird durch äussere Ursachen beständig in **Bewegung** erhalten. Die Winde bringen auf der Oberfläche **Wellen** oder **Wogen** hervor, deren Größe nach der Stärke des Winds veränderlich ist. Nach **Marsigli**

soll auf dem mittelländischen Meere die lothrechte Höhe der Wellen, vom stillen Wasser an gerechnet, nie über 8 Fuß gehen: in der Ostsee sind sie zuweilen höher. Wenn viele zusammenstoßen, wird die Tiefe größer. Die Taucher spüren in einer Tiefe von 15 Klaftern keine Bewegung mehr, wenn gleich die Oberfläche noch so unruhig ist, und die ostindischen Perlenfischer tauchen ohne Bedenken unter, wenn kein Schif auszulaufen wagt.

Aristoteles (Problem. Sect. XXII. XXIII.), Plinius (H. N. II. 106.) u. a. erzählen, man könne das stürmische Meer durch aufgegoßnes Oel beruhigen, auch werde es dadurch durchsichtiger, daher auch die Taucher Oel aus dem Munde um sich zu spritzen pflegten. So fabelhaft dieses scheint, so hat doch Franklin (Of the stilling of waves by means of Oil, in Philos. Trans. Vol. LXIV. P. II. no. 44) die Wahrheit der Beobachtung vertheidigt, und durch Versuche gezeigt, daß aufgegoßnes Oel wirklich entstandene Wellen, wenigstens im Kleinen, stille. Meister (De olei aquae superfusi effectibus opticis et mechan. in Comm. Soc. Gotting. Class. Math. To. I. ad a. 1768.) zweifelt an der Wirkung im Großen, bringt aber schöne Versuche über die Bewegung der Fläche bey, mit der sich Oel und Wasser berühren.

Eine andere Bewegung des Meers ist die Ebbe und Fluth, von welcher ein eigner Artikel dieses Wörterbuchs handlet.

Eine dritte besteht in den Strömen (courans) des Meeres. Im Weltmeere geht zwischen den Wendekreisen ein beständiger Strom von Osten nach Westen, welcher durch den Umlauf des Monds, durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe und durch den beständigen Ostwind in diesen Gegenden zu entstehen scheint. Dieser Strom macht, daß man von Amerika nach den Molucken geschwinder segelt, als auf dem Rückwege. Riccioli, Kircher, Varenius und Fournier haben viele Beobachtungen dieser Art gesammlet: sie erwähnen auch einen Strom von den Polen gegen die Linie, der sich vielleicht daraus erklären ließe, daß um die Linie die Ausdünstung stärker, also das Wasser salziger

und schwerer ist, mithin unterwärts ausweicht, indem das süßere und leichtere Wasser der Pole auf der Oberfläche hin entgegenströmt. Neuere Seefahrer gedenken dieses letztern Stroms nicht mehr. Particuläre Ströme an einzelnen Orten entstehen größtentheils aus der Ebbe und Fluth durch die besondere Lage der Inseln, Küsten und Klippen.

Zum Schluß dieses Artikels muß ich noch der berühmten Frage von der beständigen Abnahme des Meerwassers gedenken. **Dalin** betrachtete in seiner Geschichte Schwedens dieses Land als ein neuentstandenes, und gründete seine Behauptung darauf, daß gewiße jetzt trockne Gegenden ehedem unter Wasser gestanden hätten, und einige in vorigen Zeiten ausgehauene Merkmale der Wasserhöhe jetzt ziemlich hoch über der Meeresfläche stünden. Dies veranlaßte den Professor **Celsius** zu einigen Veranstaltungen, wodurch er im Jahre 1743 zu finden glaubte, daß die Meereshöhe an den schwedischen Küsten jährlich um 4½ Decimal-Linien, d. i. in 1000 Jahren um 45 Schuhe abnehme. Man findet bey dem Worte: **Erdkugel** (Th. II. S. 62.), daß **de Maillet** etwas ähnliches an den Küsten des mittelländischen Meeres wahrzunehmen geglaubt, und darauf eine eigne Hypothese über die Bildung der Erde gebaut hat. **Linne** (Oratio de telluris habitabilis incremento in Amoen. acad. Vol. II. p. 402.) behauptete, die Menge des Wassers vermindere sich durch eine beständige Verwandlung desselben in Erde, und das bewohnbare Land werde dadurch immerfort vergrößert. Der Bischof **Browallius** hingegen (Histor. und physik. Unters. von der vorgegebnen Verminderung des Wassers ꝛc. Stockholm, 1756. 8.) suchte diese Meinung zu widerlegen, und erklärte die bemerkten Veränderungen blos für local und relativ. Um die Frage mit Gewißheit zu entscheiden, wären weit mehr Erfahrungen von allen Küsten des Meeres nöthig. Den bisherigen läßt sich das entgegen setzen, daß man eben so gewiß Stellen findet, die ehedem trocken waren, und jetzt vom Meere überschwemmt sind. Und wüste man auch gewiß, daß die ganze Meeresfläche jetzt niedriger, als vorzeiten, stünde, so folgte doch daraus noch nicht die Verminderung des Wassers, weil Veränderungen

im Boden eben das zu bewirken im Stande wären. Die Verwandlung des Wassers in Erde, welche man durch chymische Versuche hat darthun wollen, ist sehr ungewiß, und eher zweifelhaft. s. Wasser.

Bergmann physicalische Beschreibung der Erdkugel, a. d. schwed. durch Röhl, I. Th. 3 Abth. 5 Cap. und II. Th. 5 Abth. 3 Cap.

Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch Kästner, Cap. 12. u. 14.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg, §. 673 u. f.

Priestley Geschichte der Optik durch Klügel, S. 414 u. f.

De la Fond Dict. de Phys. Art. *Mer.*

J. R. Forsters Bemerkungen auf seiner Reise um die Welt, übers. mit Anm. von G. Forster. Berlin, 1783. 8. S. 44 u. f.

Meerbarometer, s. Barometer, unter dem Abschnitte: Reisebarometer.

Megalometer, s. Mikrometer.

Meile, Milliare, *Mille.* Ein Längenmaaß, das man vorzüglich in der Erdbeschreibung gebraucht, um Entfernungen der Orte und andere Weiten auf der Erdfläche anzugeben. Das Unbestimmte und Willkührliche bey der Wahl der Längenmaaße macht, daß die Meilen fast aller Nationen von einander abweichen.

Das Meilenmaaß ist römischen Ursprungs, wie schon der Name verräth. Das römische Milliare begrif 1000 Schritte, jeden zu 5 Schuhen gerechnet (Passus quinque pedes porrectos habet. *Columella*, V. 1.), oder 8 römische Stadien von 125 Schritten (Plin. H. N. II. 23.). Setzt man mit Eisenschmidt (De ponderibus et mens. vet. Arg. 1708. 8. p. 102) das Verhältniß des alten römischen Fußes zum pariser, wie 1324,5 zu 1440, oder wie 883 zu 960, so findet man die römische Meile = 4600 par. Fuß, oder 766 $\frac{2}{3}$ Toisen. Zwanzig solche Meilen rechnete man für eine Tagreise (Diaeta, s. l. 3. ff. de Verb. Sign.)

Die neuern europäischen Völker aber haben ihre Meilen weit größer angenommen. Anfänglich sind sie wohl zufällig, aus einer zusammengenommenen Summe anderer

Maaße, bestimmt worden. Nachher bey zunehmenden Kenntnißen gaben ihnen die Geographen Beziehung auf die Größe des Umkreises der Erde, und nahmen einen aliquoten Theil des Grades für die Meile an, z. B. den 60sten, 20sten, 15ten, je nachdem es das Verhältniß der eingeführten Meile zu der geglaubten Größe des Grades erforderte. In England z. B. war eine Meile eingeführt, deren Länge ohngefähr $\frac{1}{60}$ von der damals bekannten Größe des Grades betrug. Daher setzte man die Meile auf $\frac{1}{60}$ Grad, oder auf eine Minute vom Erdumkreise. So rechnete auch **Newton**, s. **Gravitation** (Th. II. S. 523.). Nachher, da Picards genauere Erdmessung bekannt wurde, fand sich, daß solcher Meilen 69 auf einen Grad giengen. Diese englische Meile hält also in der That $\frac{57060}{69}$ oder 827 Toisen. Sie ist nicht viel größer, als die alte römische, und unter den jetzt üblichen die kleinste.

Die italiänische Meile ist der sechszigste Theil des Picardischen Grades, oder = 951 Toisen.

Dir französischen Schiffer haben es bequem gefunden, 3 Minuten, oder den zwanzigsten Theil des Grades für eine Seemeile anzunehmen, welche daher 2853 Toisen beträgt. Zu Lande bedient man sich in Frankreich der *Lieüe* (Leuca Gallica), deren 25 auf einen Grad gerechnet werden. Diese *Lieüe* ist demnach eine Länge von 2283 Toisen. Man nennt sie insgemein die französische Meile, doch kan das Wort auch richtig durch eine **Stunde Weges** übersetzt werden.

Die **deutsche oder geographische Meile** (Milliare germanicum) macht den 15ten Theil eines Grades aus. Sie ist kein bestimmtes Maaß, das in irgend einem Lande mit unveränderter Größe wirklich eingeführt wäre; vielmehr richtet sich ihre Größe nach der Größe des Grades vom Umfange der Erdkugel, welche verschieden ist, je nachdem man den Grad im Aequator, oder im Mittagskreise an verschiedenen Stellen der Erde nimmt. Dies giebt zwar bequeme Rechnungen, weil man so jeden Grad ohne Unterschied 15 geographische Meilen setzen darf; es lehrt aber nichts bestimmtes, weil diese Meilen nicht alle gleich groß sind. Legt

man den Grad des Aequators zum Grunde, welcher nach den neusten Bestimmungen (s. Erdkugel) 57247 Toisen beträgt, so macht die deutsche Meile $3816\frac{1}{2}$ Toisen aus: bedient man sich des Grads auf dem mittlern Umfange der Erde von $57173\frac{1}{2}$ Toisen, so kommen auf diese Meile $3811\frac{2}{5}$ Toisen: ist man endlich mit Picards Bestimmung des Grads von 57060 Toisen zufrieden, so hat die deutsche Meile nur 3804 Toisen. Will man solche in geographischen Meilen berechnete Angaben auf bestimmtes Maaß bringen, so wird man am wenigsten irren, wenn man die Meile zu $3811\frac{2}{5}$ Toisen, oder 23661 rheinl. Fuß = 26274 leipz. Fuß annimmt.

Die in Deutschland in der That üblichen Meilen sind von verschiedener Größe, meistens zwischen 22500 und 25000 rheinl. Fuß, oder zwischen 4500 und 5000 geom. Schritt. Man scheint soviel auf eine Meile gerechnet zu haben, als ein guter Fußgänger in zwo Stunden gieng (s. *Kepler* Tab. Rudolph. Cap. 16.). Das ist freylich sehr unbestimmt, und hat große Verschiedenheit in den Meilenmaaßen der deutschen Provinzen veranlaßt. Nachdem Snellius im J. 1615 den Grad in Holland 28500 rheinl. Ruthen gefunden hatte (s. Erdkugel Th. II. S. 37.), nahmen die niederdeutschen Geographen dem gemäß die Meile zu $\frac{28500}{15}$ = 1900 rheinl. Ruthen oder 22800 rheinl. Fuß an. Aber der Grad des Snellius ist zu klein: daher gehen solcher Meilen auf den eigentlichen Grad $15\frac{1}{2}$.

Was Sachsen insbesondere betrift, so haben zwar die Schöppen zu Leipzig (s. Sächsisches Weichbild im Anhang der Urtel, ingl. Zobel in der lateinischen Glosse des Landrechts L. III. art. 66.) ehedem darauf gesprochen, "daß eine „Meile 60 Gewende, ein jeglich Gewende 60 Ruthen und „eine Ruthe $7\frac{1}{2}$ Elle haben solle„, nach welcher Angabe die sächsische Meile 27000 Ellen oder 54000 Fuß halten würde. Allein eine so große Meile ist, wenigstens in neuern Zeiten, nie angenommen worden. Vielmehr setzen die Wittenbergischen Rechtsgelehrten (*Wernher* Obs. I. 201.) die Meile nur auf 1500 achthalbellige Ruthen oder auf 22500 Fuß, mit dem Zusatze: "wie es die deutschen Feldmesser jederzeit

im Gebrauch gehabt*. Dieser Gebrauch scheint sich, weil deutsche Feldmesser im Allgemeinen erwähnt werden, auf rheinländisches Maaß zu beziehen, von welchem 22500 Fuß soviel, als 24985 leipziger ausmachen; daß man also diesem Ausspruche gemäß, die sächsische Meile nahe an 25000 leipz. Fuß annehmen könnte. Die Landtagsresolution vom 17ten März 1722. (Cod. Aug. Contin. I. 23.) befiehlt, bey Bestimmung der Weite, auf die sich das Bierzwangsrecht der Städte erstreckt, die Ausmessung der Meile in Zukunft jedesmal nach 16000 Dresdnischen Ellen zu verrichten. Diesem Gesetze zufolge hält die chursächsische **Policey-Meile** 2000 achtellige Ruthen, oder 32000 leipziger Fuß. Dies beträgt in pariser Maaße 27842 Fuß = 4640$\frac{1}{3}$ Toisen, und es gehen solcher Meilen auf den picardischen Grad 12$\frac{1}{3}$. Diese Meile wird von den meisten Schriftstellern als die chursächsische überhaupt angeführt, ob sie gleich blos für das Bier- und Schankrecht vorgeschrieben ist. Bey topographischen Landesvermessungen aber wird seit 1560, da Churfürst August die ersten Meilensäulen setzen ließ, die Meile nur zu 12000 dresdner Ellen, oder 24000 leipziger Fuß angenommen, welches 20882 pariser Fuß = 3480$\frac{1}{3}$ Toisen beträgt, daß also solcher Meilen 16$\frac{2}{3}$ auf einen Grad gehen.

* Tobiä Beutels Cimelium Geographicum. Dreßd. 1680. 4. S. 53. u. f.

Meniskus, s. **Linsengläser**.

Menstruum, s. **Auflösungsmittel**.

Mephitische Luft, *Mephites*, s. **Gas, mephitisches**.

Merkur, Mercurius, *Mercure*. Der Name eines von den sechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixsternen täglich ändern, s. **Planeten**. Er zeigt sich als ein kleiner Stern mit einem weißglänzenden Lichte, bleibt stets sehr nahe bey der Sonne, und ist daher nur selten in der Abend- oder Morgendämmerung sichtbar. Seine größte Ausweichung oder Elongation von der Sonne

beträgt nur 28, bisweilen nur 18 Grad. Wenn er in dieser Entfernung auf der Abendseite der Sonne steht und des Morgens sichtbar ist, so geht er rechtläufig wieder zur Sonne, und tritt mit ihr in die obere Conjunction. Alsdann ist sein Lauf am schnellsten, und er setzt denselben mit abnehmender Geschwindigkeit auf der Morgenseite so lang fort, bis er hier wiederum die größte Elongation erreicht. In dieser steht er eine kurze Zeit still, wird dann rückläufig, und kehrt mit immer wachsender Geschwindigkeit zur untern Conjunction mit der Sonne zurück. Zu dieser Zeit sieht man ihn bisweilen als einen kleinen schwarzen Flecken, von Morgen gegen Abend, vor der Sonnenscheibe vorübergehen. Er entfernt sich alsdann auf der Abendseite der Sonne mit abnehmender Geschwindigkeit immer weiter von ihr, bis er in der größten Elongation wieder stillsteht, und aufs neue rechtläufig wird. Einen solchen Umlauf vollendet er dem Scheine nach in 116 Tagen, als ein beständiger Begleiter der Sonne.

Schon die alten Astronomen haben hieraus richtig geschlossen, daß **Merkur** nicht weit von der Sonne abstehe, und beständig um dieselbe umlaufe. Er gehört demnach zu den untern Planeten, welche der Sonne näher, als die Erde sind, und deren Bahnen von der Erdbahn umschlossen werden. Er ist, von der Sonne aus gerechnet, der erste Planet. Seine Bahn um die Sonne ist elliptisch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 7 Graden.

Die Eccentricität der Merkursbahn ist ungemein beträchtlich. Sein größter Abstand von der Sonne verhält sich zum kleinsten, wie 47 zu 31, oder fast wie 3 zu 2. Dies macht, daß sein Lauf von der Erde aus sehr ungleich erscheint, und seine Ausweichungen von der Sonne bald größer bald kleiner werden. Der mittlere Abstand Merkurs von der Sonne beträgt etwa $\frac{2}{5}$ (genauer 0,3871) des Abstands der Erde. Man kann also seine Bahn mit einem Kreise vergleichen, dessen Halbmesser $\frac{2}{5}$ vom Halbmesser der Erdbahn beträgt, dessen Mittelpunkt aber nicht

in die Sonne selbst fällt, sondern von ihr um $\frac{8}{100}$ des Halbmessers der Erdbahn absteht.

Diese Bahn durchläuft Merkur in 87 Tagen, 23 Stunden, 15 Minuten, 37 Sec. so, daß er im Durchschnitt täglich 4° 5′ 22″ 35‴ seines Kreises zurücklegt — eine Geschwindigkeit, die bey der Größe dieses Kreises 12½ Stunden Weges in einer Zeitsecunde austrägt

Wahrscheinlich dreht sich Merkur auch um seine Axe, ob man gleich wegen seiner großen Nähe an der Sonne noch keine Flecken auf ihm hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung sich diese Umdrehung erweisen und die Geschwindigkeit derselben bestimmen ließe.

Der scheinbare Durchmesser dieses Planeten ist sehr klein. Man hat ihn in der geringsten Entfernung von uns, wenn er vor der Sonnenscheibe gesehen wird, kaum über 13 Sec. gefunden. Herr von Zach (Philos. Trans. Vol. LXXV. P. I. no. 8.) fand ihn bey dem Durchgange am 12ten Nov. 1783 nur 9 Sec.; Prosperin am 4ten May 1786 (Schwed. Abhandl. für 1786. Num. 13.) 13, 85 Sec. In seiner größten Entfernung, wenn er hinter der Sonne steht, scheint er kaum 5 Sec. Nach Prosperins Bestimmungen würde er aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, 7,73 Sec. groß erscheinen. In eben dieser Weite aber erscheint der Sonnendurchmesser 31′ 57″, d. i. 248 mal größer. Man kan hieraus schließen, daß Merkur im Durchmesser 248 mal kleiner, als die Sonne sey, oder daß sein Durchmesser nur 0,45, d. i. noch nicht die Helfte des Erddurchmessers ausmache. De la Lande setzt ihn = $\frac{1}{2}\frac{1}{7}$ des letztern.

Die Gravitation anderer Körper gegen ihn ist aus den Störungen, die sein Einfluß in dem Laufe anderer Planeten verursacht, nicht sicher zu schließen, da diese Störungen äusserst gering und kaum merklich sind. Herr de la Lande setzt sie etwa $\frac{1}{7}$ von der Gravitation gegen die Erde in gleichen Entfernungen. Dieser Schätzung nach hätte Merkur 7 mal weniger Masse, als die Erde, seine

Dichtigkeit wäre etwa doppelt so groß, als die Dichte der Erde, und die schweren Körper fielen auf seiner Oberfläche in einer Secunde durch $12\frac{1}{2}$ Fuß.

Theilt man den mittlern Abstand der Sonne von der Erde (12000 Erddurchmesser) in 1000 Theile, so steht Merkur in der Sonnenferne um 466, in der Sonnennähe um 307 solcher Theile von der Sonne ab. Sein kleinster Abstand von uns, wenn er in der untern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe ist, macht 983 — 466 = 517 Theile; der größte, wenn er in der obern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne ist, 1017+466=1483 Theile aus. Beyde verhalten sich fast, wie 5 zu $14\frac{1}{2}$, daher auch sein scheinbarer Durchmesser zwischen 5 und 13 Secunden veränderlich ist.

Sein geringster Abstand von uns macht 6204, der größte 17796 Erddurchmesser aus.

Da Merkur innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, so muß er seine gegen die Sonne zu gekehrte Helfte bald ganz, bald nur zum Theil gegen uns kehren, bald ganz von uns abwenden. Ist er also ein dunkler Körper, so muß er bisweilen mit vollem Lichte, bisweilen nur zum Theil erleuchtet scheinen, bisweilen ganz unsichtbar oder dunkel seyn. Seit Erfindung der Fernröhre hat man in der That gefunden, daß Merkur, wie der Mond, ab- und zunimmt, und seinen hellen Theil jederzeit nach der Sonne kehrt. Solche Phasen von ihm findet man unter andern beym Hevel (Selenographiae Proleg. p. 70.) abgebildet. Von seinen Durchgängen durch die Sonnenscheibe s. Durchgänge. Durch diese Erscheinungen wird es ganz ausser Zweifel gesetzt, daß er an sich dunkel sey, und sein Licht nur von der Sonne empfange.

Die Astronomen bezeichnen diesen Planeten mit ☿.

Bode, kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Messing, Gelbkupfer, Orichalcum, *Cuivre jaune*, *Laiton*. Eine Verbindung von etwa drey Theilen reinen Kupfers, mit einem Theile von eben so reinem

Zink. Durch diese Verbindung wird die Farbe des Kupfers gelb, und der Goldfarbe näher gebracht, auch die Geschmeidigkeit vermehrt, und eine der brauchbarsten Compositionen für die Bedürfniße des Lebens und für die Künste bereitet.

Da der aus den Erzen erhaltene Zink nie ganz rein ist, und durch Zusammenschmelzen mit dem Kupfer einen spröden Tombak giebt, so bereitet man das Messing aus dem Galmey, einem Zinkerze, durch eine Art von Cementation desselben mit dem Kupfer, s. **Galmey**, **Cementation**. Das Cementpulver hiezu wird aus gepülvertem Galmey und eben soviel Kohlengestiebe gemacht, welches man mit Wasser befeuchtet, in einen irdenen Schmelztiegel drückt, gutes zu Platten geschlagnes oder gekörntes Kupfer hineinlegt, und alles zusammen bedeckt bis zur Schmelzung des Kupfers glühet. Hiebey geht der im Galmey enthaltene Zinkkalk in Dämpfe über, und verbindet sich mit dem Phlogiston der Kohlen und mit dem Kupfer, ohne das Eisen mit überzuführen, das sonst schwer vom Zink zu trennen ist. Umständlicher beschreiben die Bereitung des Messings **Gallon** (L'art de convertir le cuivre rouge en laiton. Paris, 1764.) **Cramer** (Anfangsgr. der Metallurgie, Blankenburg. 1774. kl. Fol. Th. II. S. 179. u. f.) und der englische Uebersetzer des Macquerschen chymischen Wörterbuchs in den der Leonhardischen Ausgabe beygefügten Anmerkungen.

Obgleich ein großer Theil des Zinks in Rauch verfliegt, so verbindet sich doch so viel mit dem Kupfer, daß es um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ seines Gewichts schwerer wird. Frisch bereitetes Messing ist specifisch schwerer, als Kupfer; stark geschlagen aber wird das Kupfer specifisch schwerer, als eben so stark geschlagnes Messing (Mém. de Paris, 1772. Part. II. p. 18.). Gemeiniglich ist das Messing nach der ersten Arbeit noch nicht fein und geschmeidig genug; man bearbeitet es daher noch einmal mit Galmey und Kohlenstaub, wobey einige auch altes Messing zusetzen. Man kan es sehr fein bereiten, wie im Knittergolde, den unächten Tressen und Blattgolde.

Das Messing setzt nicht so leicht Grünspan an, als das Kupfer, dagegen aber hält es keine so starke Hitze aus, sondern wird über dem Feuer mürbe und brüchig.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Anmerk. Art. Messing.

Metalle, Metalla, *Métaux.* Dies ist der Name einer eignen Hauptgattung von mineralischen Körpern, welche sich von den übrigen durch ein sehr großes eigenthümliches Gewicht, einen besondern Glanz, eine völlige Undurchsichtigkeit und Schmelzbarkeit, und durch ihre Unvereinbarkeit mit erdigten Materien unterscheiden. Diese Körper, welche dem menschlichen Leben unzählbare und unbeschreiblich wichtige Dienste leisten, werden nur selten von der Natur in dem Zustande, in welchem sie so brauchbar sind, hervorgebracht; sie liegen größtentheils in vererztem Zustande (s. **Erze**) tief im Schooße der Erde verborgen, und müssen mit großer Mühe aus demselben hervorgezogen und aufbereitet werden. Sie haben daher ihre Benennung von einem griechischen Worte (μεταλλᾶν) erhalten, welches so viel als Aufsuchen oder Nachforschen bedeutet.

Die angeführten Eigenschaften der Metalle lassen sich größtentheils auf eine einzige, nehmlich auf ihre ungemein große **Dichtigkeit**, zurückführen. Das leichteste Metall hat noch über doppelt soviel eigenthümliches Gewicht, als der schwerste Stein, der nichts metallisches enthält. Diese große Dichte ist die Ursache der Undurchsichtigkeit und der starken Zurückwerfung des Lichts, von welcher der eigne unter dem Namen des **metallischen Glanzes** bekannte Schein herrührt. Ihre Unvereinbarkeit mit erdigten Substanzen macht, daß sie bey der Schmelzung in irdenen Gefäßen eine erhabne Oberfläche annehmen, wie dies alle flüssige Materien thun, die am Gefäße nicht anhängen. So lang ein Metall die angeführten Eigenschaften hat, nennt man es einen **König** (regulus), oder sagt, es sey im **regulini-**

schen Zustande, welchem man den Zustand der Verkalkung entgegensetzt.

Im Ganzen genommen sind die Metalle in den Säuren auflöslich, bilden mit ihnen Mittelsalze mit einem metallischen Grundtheile, und können durch absorbirende Erden oder Laugensalze wiederum von den Säuren geschieden werden. Auch die Laugensalze, der Schwefel und die Schwefellebern wirken auf die Metalle. Mit dem Phlogiston können sie bis zum Uebermaaße angefüllt werden; auch lassen sie sich untereinander selbst verbinden.

Die Metalle sind theils feuerbeständig, theils werden sie durch die Wirkung des freyen Ofenfeuers in metallische Kalke verwandelt, s. **Kalke, metallische**, oder in Dämpfen aufgetrieben. Hierauf beruht ihre Eintheilung in edle (vollkommne) und **unedle** (unvollkommne) Metalle. Die edlen sind: **Gold, Silber** und **Platina**. Auch lassen sie sich theils unter dem Hammer strecken und ausdehnen, theils sind sie brüchig und zerspringen, wenn sie geschlagen werden. Die **dehnbaren** sind ausser den schon genannten edlen, noch folgende: **Quecksilber** (welches gefroren gehämmert werden kan), **Bley, Kupfer, Eisen, Zinn, Zink**, welche im eigentlichen Verstande unedle Metalle genannt werden. Die **undehnbaren** heissen **Halbmetalle**. Man findet ihre Namen unter diesem Worte (Th. II. S. 558.) und von jedem der hier genannten Metalle handelt ein eigner Artikel dieses Wörterbuchs. Weil die Dehnbarkeit eine bloß zufällige Eigenschaft zu seyn scheint, so verwerfen einige neuere Chymisten die Eintheilung in Metalle und Halbmetalle, und rechnen die leztern mit zu den unedlen Metallen.

Unter diesen metallischen Substanzen sind drey, die Platina, der Kobaltkönig und der Nickelkönig erst in neuern Zeiten bekannt worden. Dies läßt hoffen, daß man in Zukunft noch mehrere Metalle entdecken werde. So haben die Gebrüder de Luyart (Chemische Zergliederung des Wolframs und Untersuchung eines neuen dar-

inn befindlichen Metalles, nach dem engl. von F. A. C. Gren. Halle, 1786. 8.) ohnlängst gefunden, daß sich aus dem Wolfram ein bisher unbekanntes Metall ziehen läßt, dem man den Namen des **Wolframkönigs** geben könnte. Der Wolfram besteht größtentheils aus derjenigen Säure, welche **Scheele** und **Bergmann** aus dem **Tungstein** oder **Schwerstein** (lapis ponderosus) gezogen haben, mit etwas Braunstein und Eisen vermischt. Durch die Verbindung dieser Säure mit dem Phlogiston entsteht ein sehr schwerer metallischer König, der die Farbe des Stahls hat, sich unter dem Hammer streckt, höchst strengflüssig und in keiner Säure auflöslich ist, sondern vom Königswasser und der Salpetersäure blos verkalkt wird.

Die unedlen Metalle verhalten sich im Feuer, wie alle andere Körper, welche reines Phlogiston enthalten. In verschloßnen Gefäßen glühen sie, schmelzen oder sublimiren sich, ohne ihren metallischen Zustand zu ändern: in freyer Luft aber verbrennen sie mit einer mehr oder weniger merklichen Flamme, die jedoch keinen schwärzenden Ruß giebt, zu **metallischen Kalken**. Der verkalkte Theil setzt sich, so lange das Metall noch fest ist, in Schuppengestalt auf der Oberfläche an, wenn es aber schmelzt, schwimmt er oben, wegen seiner geringern specifischen Schwere. Setzt man den Metallkalken noch weiter mit Feuer zu, so schmelzen sie, und verwandlen sich dadurch in **metallische Gläser**. Je vollkommner die Verkalkung gewesen ist, d. h. je genauer man die Kalke vom Brennbaren befreyt hat, desto schwerer erfolgt die Schmelzung, und desto durchsichtiger werden die Gläser. Ist die Verkalkung auf das höchste getrieben, so sind die Kalke völlig unschmelzbar und unauflöslich in Säuren, so daß sie in diesem Zustande ganz den Namen **metallischer Erden** verdienen.

Wenn man diese metallischen Erden mit irgend einem brennbaren Stoffe vermischt, der schon verkohlt ist oder sich verkohlen läßt, und das Gemisch in einem verschloßnen Gefäße mit nach und nach verstärktem Feuer zum

Flusse bringt, so findet man, nachdem alles erkaltet ist, im Gefäße das Metall selbst in seiner vorigen Gestalt wieder. Diese Operation heißt die **Reduction** oder **Wiederherstellung** der Metallkalke, welche dadurch aufs neue in den regulinischen Zustand versetzt werden. Man kan diese Reduction nie ohne brennbare Substanzen bewirken; auch verlieren diese so viel von ihrem Phlogiston, als sie dem reducirten Metalle gegeben haben: es ist also ausser allen Zweifel gesetzt, daß diese wunderbare Wiederherstellung blos von dem wiederempfangnen Phlogiston, so wie die Verkalkung von dem Verlust desselben herrühre.

Diese Zersetzung und Reduction beweisen also, daß die Metalle aus einer Erde und dem Phlogiston bestehen. Wären dies aber ihre einzigen einfachen Bestandtheile, so sollte man durch Verbindung des Brennbaren mit den reinen Erden Metalle hervorbringen können, welches doch der Fall nicht ist, da sogar die metallischen Erden sich nicht mehr reduciren lassen, wenn man die Verkalkung zu weit getrieben, oder sie dem Zustande der unmetallischen Erden zu nahe gebracht hat. Aus diesem Grunde haben einige Chymisten noch einen dritten Grundstof in den Metallen angenommen, welcher von **Becher** und **Stahl** eine **Merkurialerde**, und von **Vogel** (Instit. Chem. §. 95 -- 99.) ein **arsenikalisches Principium** genannt wird. **Henkel** äusserte, es werde vielleicht der erdigte Bestandtheil erst alsdann einer innigen Verbindung mit dem Brennbaren fähig, wenn der Anfang oder die erste Anlage zu dieser Verbindung von der Natur schon gemacht sey: bey welcher Erklärung man keinen dritten Grundstof nöthig hat. **Wenzel** (Einleitung zur höhern Chymie. Leipzig, 1773. 8.) glaubt in den Metallen statt des Phlogistons einen Schwefel oder Phosphorus, und ausserdem eine färbende Erde, eine talgähnliche Erde und einen salzähnlichen Bestandtheil gefunden zu haben. **Weigel** läßt die metallischen Erden aus einer mit Säuren verbundenen Kiesel oder Kalkerde bestehen; **Bergmann** hingegen ist der Meinung, daß die metallischen Erden

nichts anders, als Säuren sind, die durch Verbindung mit Brennbarem Consistenz, und durch Sättigung damit das metallische Ansehen bekommen. Dieser Meinung nach würden alle Metalle gleichsam Schwefelarten seyn.

Die künstliche Hervorbringung der Metalle, mit der sich so viele beschäftiget haben, ist vielleicht nicht unmöglich, aber noch bis jetzt ganz unerreicht geblieben. Man müßte erst die Natur der metallischen Erden durch die vollkommenste Verkalkung genauer untersuchen, und mit der Natur der gemeinen Erden vergleichen: dann aber Mittel ausfindig machen, die Verbindung der ganz reinen Erde und des Brennbaren entweder durch Schmelzung mit Hülfe der Salze, oder auf dem nassen Wege mit Hülfe des Wassers zu bewirken. Aber alle diese Forderungen haben unüberwindliche Schwierigkeiten. Und dann ist noch die Frage, ob eine solche Verbindung ein Metall geben würde, da nach neuern Entdeckungen auch der Diamant aus einer mit dem Brennbaren verbundnen Erde besteht. Eben diese Bewandniß hat es mit der Verwandlung oder Transmutation der Metalle. Man kennt die Ursache ihrer Verschiedenheit gar nicht, und was man darüber annimmt, sind willkührliche Voraussetzungen.

Die Metalle sind im regulinischen Zustande sämmtlich gute Leiter der Elektricität, sie verlieren aber diese Eigenschaft durch die Verkalkung. Durch starke elektrische Schläge werden sie geschmolzen und verkalkt. **Beccaria** (Elettricismo artif. Bologna, 1758. 4.) und **de Milly** (in *Rozier* Journal de phys. Août. 1775.) behaupteten, der Blitz sowohl als der elektrische Schlag könne die Reduction der Metallkalke bewirken, aber nach **Brisson** und **Cadet** (Mém. de Paris, 1775. und in Crells chym. Journal, Th. V. S. 104. u. f.) sind die dahin gehörigen Erfahrungen und Versuche noch sehr zweifelhaft.

In Absicht ihres eigenthümlichen Gewichts stehen die Metalle, vom schwersten angefangen, in folgender Ordnung:

Platina, Gold, Queckſilber, Bley, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn.

In Abſicht des metalliſchen Glanzes, der Politur und Menge des zurückgeworfnen Lichts, nach Keir (Anm. zu Macquers Wörterb.): Silber, Queckſilber, Zinn, Gold, Eiſen, Kupfer, Bley. Nach den neuern Verſuchen muß die völlig gereinigte Platina in dieſer Abſicht noch über das Silber geſetzt werden.

In der Geſchmeidigkeit: Gold, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn, Bley.

Der Härte nach: Eiſen, Platina, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Bley.

Nach der Zähigkeit oder Stärke des Zuſammenhangs, aus **Muſſchenbroeks** Verſuchen (ſ. **Cohäſion**): Eiſen, Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Wismuth, Zink, Spießglaskönig, Bley.

Der Schmelzbarkeit nach: Queckſilber (welches ſchon bey den gewöhnlichen Temperaturen flüßig iſt), Zinn, Bley, Silber, Gold, Kupfer, Eiſen. Die Platina hielt man lange Zeit für unſchmelzbar. Aber die Herren **Morveau**, **Maret** und **Durande** haben ſie mit Glas, Borax, Kohlenſtaub und Eiſen zuſammengeſchmolzen.

Macquer chym. Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Metalle.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipzig, 1786. gr. 8. S. 291.

Metallthermometer, ſ. **Pyrometer**, **Thermometer**.

Metallurgie, **Hüttenkunde**, Metallurgia, *Metallurgie*. Man giebt dieſen Namen demjenigen Theile der praktiſchen Chymie, welcher von der Gewinnung und Ausbereitung der Metalle aus ihren Erzen oder von den Mitteln handelt, dieſelben von den fremdartigen Theilen zu ſcheiden, mit welchen ſie die Natur vermiſcht hat. Da der Gebrauch der Metalle ſo alt iſt, ſo zählt man die Kenntniße ihrer Bereitung mit Recht unter die älteſten, und leitet von ihnen den Urſprung der Chymie her, ſ.

Chymie. Inzwischen sind diese Kenntniße ganz auf dem langsamen, aber sichern, Wege der Erfahrung verbessert und erweitert worden, bis sie erst in neuern Zeiten, vorzüglich in Deutschland und Schweden die Form einer Wissenschaft erhalten haben. **Johann Georg Agricola** (De re metallica libri XX. Basil. 1546. fol.) und **Lazarus Erker** (Aula subterranea oder Beschreibung derjenigen Sachen, so in der Tiefe der Erde wachsen, Prag, 1574. Fol.) waren die ersten, welche die Hüttenarbeiten in Verbindung mit dem Bergbau beschrieben, und aus der Dunkelheit hervorzogen, in der sie so lange unter den Händen der praktischen Arbeiter gelegen hatten. Durch die Verbesserungen der Chymie hat in neuern Zeiten auch die Metallurgie ungemein gewonnen. Die vollständigsten Werke über dieselbe sind von Schlüter (Unterricht von Hüttenwerken. Braunschweig, 1738. Fol. ins franz. übers. uuter dem Titel: De la fonte des mines. Paris. 1750-1753. II. To. 4. von Hellot) und Cramer (Anfangsgr. der Metallurgie. Blankenburg, 1774-1777. III. Th. kl. Fol.); kürzere Anleitungen von Gellert (Anfangsgr. der metallurgischen Chemie. Leipzig, 1755. 8. neuere Ausgabe, 1776. 8.), **Wallerius** (Elementa metallurgiae. Holm. 1768. 8 deutsch: Wallers Anfangsgründe der Metallurgie, Leipzig, 1770. 8.) und Scopoli (Anfangsgründe der Metallurgie, mit 20 Kupfertaf. Mannh. 1789. gr. 4.)

Meteore, Lufterscheinungen, Meteora, *Météores*. So nennt man alle im Luftkreise sich ereignenden Naturbegebenheiten odrr Erscheinungen, welche sonst von den meisten Physikern in luftige, wässerichte, feurige und glänzende eingetheilt wurden.

Luftige Meteore sind die **Winde**. Wässerichte werden durch die Dünste veranlasset, und sind der Thau, Reif, **Nebel**, das **Naßniedergehen**, die **Wolken**, der Regen, Schnee, das Glatteis, der Hagel, die **Wasserhose**. Zu den feurigen (richtiger zu den elektrischen und phosphorischen) Meteoren rechnet man den

Blitz und Donner, das Wetterleuchten, das Nordlicht, die Feuerkugeln, Sternschnuppen, Irrwische und Irrlichter; zu den glänzenden oder optischen den Regenbogen, die Höfe, Nebensonnen und Nebenmonden. Von jeder dieser Erscheinungen handelt ein besonderer Artikel des gegenwärtigen Wörterbuchs.

Meteorologie, Witterungslehre, Meteorologia, *Météorologie*. Die Lehre von den Veränderungen, die sich im Luftkreise zutragen. Man giebt dem Zustande der Atmosphäre in Absicht auf die Meteore, den Namen der **Witterung** oder des **Wetters**. Die Veränderungen dieses Zustands hängen von gewissen veränderlichen Eigenschaften der Luft, z. B. von ihrer Dichte, Wärme, Feuchtigkeit, Elektricität, chymischen Mischung u. s. w. ab, deren jedesmalige Größen und Veränderungen man durch Barometer, Thermometer, Hygrometer, Luftelektrometer, Eudiometer rc. erkennt. Andere Werkzeuge z. B. die Windmesser, Regenmaaße, Blitzmesser u. dergl. dienen, die Größe und Veränderung verschiedner Meteore selbst zu messen. Alle diese Instrumente werden zusammen unter dem Namen der **meteoroskopischen** oder **meteorologischen Werkzeuge** begriffen, so wie auch die damit angestellten Beobachtungen **meteorologische** heissen.

Die Absicht der Meteorologie ist vorzüglich auf Erklärung der Ursachen der Witterung, und ihres Zusammenhangs mit den Veränderungen der meteorologischen Werkzeuge gerichtet. Könnte man diesen Zusammenhang vollkommen erklären, so würde sich die so wichtige Aufgabe von Vorhersagung der Witterung, leichter auflösen lassen. Wie weit man aber von diesem Ziele noch entfernt sey, ist unter andern in dem Artikel: **Barometerveränderungen**, gezeigt worden. Inzwischen hat man sich in unsern Zeiten durch wichtige Verbesserungen und Vermehrungen der Werkzeuge, und durch zahlreiche Vervielfältigung, Samm-

lung und Vergleichung der Beobachtungen dem Zwecke immer mehr zu nähern gesucht.

In ältern Zeiten bestand die Witterungslehre blos aus einigen auf angebliche Erfahrung gegründeten Regeln, die mitunter sehr abergläubisch und mit thörigten Erklärungen der Ursachen vermengt waren. Man kan sich hievon aus der Meteorologie des Aristoteles, und aus vielen von den Vorzeichen der Witterung handlenden Stellen der alten Dichter und Schriftsteller vom Landbau sattsam überzeugen. Im mittlern Zeitalter ward diese Lehre sogar mit der Astrologie vermengt. Bey den damaligen höchst unvollkommnen Kenntnißen vom Luftkreise schrieb man nicht blos der Sonne und dem Monde, sondern auch allen übrigen Gestirnen einen unmittelbaren Einfluß auf die Witterung zu, und suchte aus den Stellungen derselben Wetterprophezeihungen herzuleiten, woraus ein eigner Zweig der Sterndeuterey (Astrologia meteorologica) erwachsen ist. Daher kommen noch die in den Kalendern üblichen Vorhersagungen der Witterung — ein Ueberbleibsel der ehemaligen Barbarey, welches man in unsern Tagen völlig vertilgen sollte. Beyspiele solcher astrologischen Witterungsregeln hat Funk (Natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1783. gr. 8. S. 5. u. f.) aus einem noch im Jahre 1733. zu Berlin herausgekommnen Haus- und Reise-Calender beygebracht. Was für Begriffe von den Ursachen der Naturbegebenheiten die Erfinder dieser Regeln hatten, zeigt z. B. des Theophrastus Paracelsus Buch De Meteoris (deutsche Ausgabe, Strasb. 1616. Fol.), welcher die Nebensonnen für ein messingnes Fabricat der Luftgeister und die Sternschnuppen für Excremente der Gestirne aus der Verdauung ihrer astralischen Speisen erkläret. So nichtig und abgeschmackt im Ganzen genommen, der Kalenderaberglaube ist, so muß man doch darum nicht alle alte Wetterregeln schlechthin verwerfen. Manche darunter, z. B. die aus dem Verhalten der Thiere genommenen Anzeigen u. dergl. werden doch wirklich durch die Erfahrung bestätigt, und lassen sich auch

zum Theil aus der Natur der Sache ganz wohl erklären.

Erst seit der Erfindung des Barometers bekamen die Naturforscher bessere Begriffe vom Luftkreise, fehlten aber nun wieder darinn, daß sie das neuerfundene Werkzeug allein für einen untrüglichen Vorboten der Wetterveränderungen ansehen, und den ganzen Zustand der Atmosphäre blos aus der Dichte und Federkraft der Luft erkennen wollten. Dieser Wahn, der dem Barometer den Namen des **Wetterglases** verschafte, erzeugte eine Menge Hypothesen über den Zusammenhang der Witterung mit der Dichte der Luft, und über die Ursache des Steigens und Fallens der Barometer. Da aber keine dieser Hypothesen zureichend war, so leitete dies endlich bey den Untersuchungen über diesen Gegenstand auf einen richtigern Weg. Man fand nemlich nach und nach, daß man ausser der Dichte der Luft noch weit mehrere Eigenschaften derselben untersuchen, die dazu nöthigen Werkzeuge zuvor verbessern, ihre Angaben gehörig bestimmen, und die Anzahl der Beobachtungen möglichst vervielfältigen müsse, ehe man zu richtigen Erklärungen und Vorhersagungen der Witterung gelangen könne. Diese Bemühungen um Verbesserung der Werkzeuge und Vervielfältigung der Beobachtungen beschäftigen nun noch bis jetzt die Naturforscher, und es steht zu erwarten, was für Resultate dereinst unsre Nachkommen daraus werden herleiten können.

Ganz mechanisch sucht die Lufterscheinungen **Descartes** (Meteora, in Opp. philos. Amst. 1685. 4. p. 153. sqq.), chymisch hingegen **Stahl** (Einleitung zur Witterungsdeutung, Halle, 1716. 8.) zu erklären. Die Menge der darüber entworfenen Hypothesen ist fast unzählbar; nur die vornehmsten derselben werden bey den Worten: **Barometerveränderungen**, **Winde**, **Dünste**, **Regen**, **Wolken**, **Schnee**, **Hagel** u. s. w. angeführt. Ihre Geschichte erzählt der Abbe **Richard** (Hist. naturelle de l'air et des meteores, à Paris. VII To. 1770. gr. 12mo. deutsch, Frankf. 1773. gr. 8.). **Le Roy's** Gedanke, daß

die Ausdünstung als eine wahre Auflösung des Wassers in der Luft anzusehen sey, verbreitete ein neues Licht über die Natur der wässerichten Meteore, s. Ausdünstung. Neuerlich aber haben die Herren de Saussure (Essais sur l'hygrometrie. Neufch. 1783. 8maj. Ess. IV.) und de Lüc (Idees sur la meteorologie. à Londres, 1786. 8maj. To. II.) über diesen Gegenstand sehr scharfsinnige Bemerkungen und Erklärungen mitgetheilt, welche sich vornehmlich auf die neuern Entdeckungen über die Natur der beständig elastischen Flüßigkeiten gründen, und, ob sie gleich noch immer Hypothesen bleiben, dennoch der Aufmerksamkeit aller Naturforscher werth sind. Als ein Lehrbuch der Meteorologie kan man das Werk des P. Cotte (Traité de Meteorologie. à Paris, 1774. 4maj.) ansehen.

Meteorologische Beobachtungen findet man schon in ziemlicher Menge in den Mémoires de l'academie des Sciences de Paris, den Philosophical Transactions und den Werken mehrerer gelehrten Gesellschaften. Eine lange Reihe von Beobachtungen zu Kopenhagen hat Horrebow (Tractatus historico-meteorol. continens obs. XXVI annorum in observatorio Havniensi factas. Havn. 1780. 4maj.) herausgegeben. Aus sehr vielen, hauptsächlich in Frankreich angestellten, giebt der P. Cotte (Traité de meteorol. L. III.) einen Auszug in Tabellenform. So allgemeine Auszüge aber verschaffen der Wissenschaft nicht so viel Vortheil, als die umständliche Bekanntmachung der Beobachtungen selbst, wobey die Veränderungen der Witterung in kleinen Zeiträumen, nach allen Umständen, von so vielen Gegenden, als nur immer möglich ist, mit einander verglichen werden können. Dabey kömmt es nicht sowohl auf lange Reihen, als auf Vervielfältigung der Beobachtungsorte an.

In dieser Absicht hat sich der jetztregierende Churfürst von Pfalz-Bayern, mit Beyhülfe des Herrn Abt Hemmer zu Manheim, durch Errichtung einer eignen sehr weit ausgebreiteten meteorologischen Gesellschaft im Jahre 1780, höchst verdient gemacht. Durch seine Veranstal-

tung und auf seine Kosten werden nicht nur in den churfürstlichen Landen, sondern überhaupt in- und ausserhalb Europa, an schicklichen Orten, correspondirende Instrumente aufgestellt, und damit täglich zu bestimmten Stunden Beobachtungen gemacht. Das Directorium dieser Anstalt führt die meteorologische Classe der churpfälzischen Akademie zu Manheim. Die von der Societät versendeten Instrumente sind ein Barometer, ein Thermometer mit reaumurischer Scale und ein Gänsekielhygrometer, bisweilen auch ein branderisches Declinatorium, deren Behandlung und Gebrauch in einer ausführlichen Instruction angegeben sind. Die Gesellschaft wünscht, daß sich die Beobachter auch noch mit einem Luft- und Wolkenelektrometer, Wind- Regen- und Ausdünstungsmesser versehen möchten. Die Beobachtungen selbst werden täglich dreymal, als früh um 7, Nachmittags um 2, und Abends um 9 Uhr angestellt, und mit sehr schicklich ausgedachten und vorgeschriebnen Bezeichnungen der begleitenden Umstände, in Tafeln eingetragen. Von diesen der Societät eingesendeten Beobachtungen sind nun bereits 5 Jahrgänge (Ephemerides societatis meteorologicae palatinae. Historia et obseruationes. Manhemii, 1783 -- 1787. 4maj.) erschienen, welche die Beobachtungen der Jahre 1781 bis 1785 mit angehangenen schätzbaren Bemerkungen und Abhandlungen enthalten; auch hat Herr Hemmer (Descriptio instrumentorum societatis meteorol. palat. Manh. 1782. 4maj.) die gebrauchten Werkzeuge besonders beschrieben. Dieses Werk, dessen vierter Band bereits Beobachtungen von 30 verschiedenen Orten enthält, ist für die Witterungslehre von äusserster Wichtigkeit, und verspricht sehr viel für die Zukunft, ob es gleich, nach dem unvermeidlichen Schicksale menschlicher Unternehmungen, nicht von allem Tadel frey geblieben ist *).

*) Unter den Barometerbeobachtungen sind blos die des Herrn Prof. Planer zu Erfurt wegen der Wärme berichtiget. Die übrigen müssen beym Gebrauch erst nach den dabey

Ein Beyspiel von Regeln, welche als Resultate aus vieljährigen Witterungsbeobachtungen anzusehen sind, geben Toaldo's 24 meteorologische Aphorismen (in *Rozier* Journal de physique, Nov. 1785. p. 388.). Man hat schon längst vorgeschlagen, in der Meteorologie den Weg zu gehen, den die Astronomen bey den Beobachtungen und der Vorherbestimmung des Himmelslaufs mit so vielem Glücke befolgt haben — den Weg der Tafeln, wobey das, was von der Hauptursache abhängt, als eine mittlere Bewegung oder Veränderung, zum Grunde gelegt, und wegen der mitwirkenden Nebenursachen durch Gleichungen verbessert und berichtigt wird. So behandlete schon **Mayer** die Veränderungen der Wärme, s. **Klima**. Für die Witterungslehre hat unter andern **Lambert** (Exposé de quelques observations, qui pourroient servir pour repandre du jour sur la meteorologie in Nouv. Mém. de Berlin, 1771. S. 60.) diesen Vorschlag gethan. Niemand aber hat auf diesem Wege so mühsame Untersuchungen angestellt, als Herr Hofrath Gatterer in Göttingen (s. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuste aus der Phys. und Naturgesch. I. B. 2. St. S. 1. u. f.). Dieser hat für die Einwirkungen der Sonne und des Monds, die er als Hauptursachen der Wetterveränderungen annimmt, eine große Menge von Tafeln berechnet, welche noch mit Vergleichungstafeln und Ortstafeln vermehrt sind, in de-

befindlichen Thermometerangaben berichtiget werden. Wie sehr dies den Gebrauch erschwere, fällt in die Augen. Ich habe bey dem Worte: **Barometer** (Th. I. S. 264.) erinnert, daß zu dieser Berichtigung Tabellen, nach den dort angegebnen allgemeinen Formeln berechnet, sehr brauchbar seyn würden. Solche Reductionstabellen, die ganz besonders für das manheimische Institut eingerichtet sind, haben wir nunmehr wirklich erhalten (Tabulae pro reductione quorumuis statuum barometri ad normalem quendam caloris gradum publico vsui datae a P. *Guarino Schlögl.* München und Ingolst. 1787. 4.). Es ist darinn angenommen, daß sich 27 Zoll Quecksilber von 0 bis 80 Gr. Reaum. um 5, 5 Lin. ausdehnen.

nen er die Localwirkungen der Meere, Gewässer, Berge, Beschaffenheit des Erdreichs u. s. w. berechnet hat. Diese Tafeln nun brauchbar zu machen, verlangt er einen einzigen Jahrgang oder ein meteorologisches Grundjahr von ununterbrochenen Beobachtungen, für einen gewissen Ort, dergleichen er selbst vom 8ten Now. 1779 bis zum 18ten Nov. 1780. in Göttingen fast stündlich angestellt hat. Durch gehörige Ausführung dieses Plans, meint er, werde man nicht nur in der Gegend, wo die Beobachtungen angestellt sind, sondern überall, künftige Witterungen vorhersagen, und meteorologische Kalender, wie astronomische, verfertigen können.

Das Mittel, woran man sich bey Vorhersagung der Witterung noch bisher am meisten gehalten hat, ist die Rückkehr derselben nach Perioden, besonders nach der Periode von neunzehn Jahren. Herr Gatterer verwirft dieses Mittel nicht ganz, glaubt aber, da die von ihm angenommenen Ursachen der Witterung nicht alle in einerley Perioden wieder zusammen kämen, so würden dabey sehr viele Epakten und Gleichungen nöthig seyn. Die Perioden, welche solcher Berichtigungen am wenigsten bedürften, sind nach ihm für den Mond 350, für die Sonne fast 400 Jahre. Auf diese Art würden freylich die jetzt angestellten Witterungsbeobachtungen erst der spätern Nachwelt unmittelbar nützlich seyn.

Mikroelektrometer, s. Condensator der Elektricität.

Mikrometer, Micrometra, *Micromètres*. Werkzeuge zu Abmessung kleiner Größen. Man bringt sie insgemein bey Fernröhren und Vergrößerungsgläsern an, um die Größe des Bildes zu messen, welches durch das letzte Augenglas betrachtet wird. Aus dieser kan man nehmlich die Größe des zugehörigen Sehewinkels finden, wenn man vorher die Größe eines andern Bildes und des ihm zugehörigen Sehewinkels wirklich gemessen hat. So dient das Mikrometer, sehr kleine Sehewinkel zu messen, und unter einander zu vergleichen, z. B. klein

scheinbare Entfernungen am Himmel, scheinbare Durchmesser der Planeten, Verhältniße der Theile an kleinen Gegenständen, die man durchs Mikroskop betrachtet, u. s. w.

Gascoigne fiel um das Jahr 1640 zuerst darauf, in astronomischen Fernröhren das Bild im Brennpunkte des Objectivglases durch zwo bewegliche Metallplättchen mit scharfen Ecken abzumessen (Philos. Trans. num. 25. p. 457.). **Huygens** (Systema Saturnium, Hag. Com. 1659. 4.) bediente sich, um die Durchmesser der Planeten zu messen, einiger Messingplättchen mit zusammenlaufenden Seiten, die er durch Einschnitte ins Fernrohr schob, und bemerkte, an welcher Stelle ihre Breite gerade den Planeten bedeckte. Aus den zu Modena 1662 gedruckten Ephemeriden des Marchese **Malvasia** sieht man, daß derselbe kleine Distanzen der Fixsterne und Mondflecken, Planetendurchmesser u. dergl. durch ein Gitter von Silberdrath im Brennpunkte des Augenglases abgemessen, und den Abstand der Fäden in diesem Gitter durch die Zeit bestimmt hat, die ein Fixstern im Aequator brauchte, um von einem Faden zum andern zu kommen. **Auzout** und **Picard** beschreiben in einem Briefe an **Oldenburgh** vom Jahre 1666 ein Mikrometer aus zween seidnen Fäden, deren einer unbeweglich, der andere aber in einen Rahmen gespannt war, den man mittelst einer Schraube vor- oder rückwärts bewegen konnte (s. *de la Hire* in Mém. de Paris. 1717. p. 72. sq.). Unter **Hevels** Nachlaß fand **Hecker** in Danzig (Acta Erud. Lips. 1708. Mart.) ein Mikrometer aus parallelen Fäden, deren Abstand sich durch Schrauben so ändern ließ, daß man das zu messende Bild zwischen sie fassen konnte. **Römers** Mikrometer, ebenfalls mit parallelen Fäden, beschreibt **Horrebow** (Basis Astron. cap. 13.) aus einem um 1676 verfertigten Aufsatze, worinn Römer meldet, er habe dasselbe mit Picard zugleich auf der pariser Sternwarte gebraucht; daher auch Horrebow glaubt, de la Hire (Mém. de Paris 1717.), der blos Auzout und Picard als Erfinder nennt, habe Römers Namen vorsetzlich verschwiegen. Dieses **Mikrometer** mit

parallelen Fäden ist in der praktischen Sternkunde nachher sehr in Gebrauch gekommen, und wird mit einigen dabey angebrachten Verbesserungen beym Smith (Lehrbegrif der Optik, durch Kästner III. Buch, 8 Cap. §. 135. u. f.) umständlich beschrieben.

Ein anderes sehr einfaches und wohlfeiles Mikrometer erfand Gottfried Kirch zu Berlin im Jahre 1679, und beschrieb es zuerst in seinem 1696 herausgegebnen Kalender. Es ist unter dem Namen des Schraubenmikrometers bekannt. Ein messingener Ring ABMN, Taf. XVI. Fig. 43., der an der Stelle des Brennpunkts der Gläser um das Fernrohr gelegt wird, hat bey A und B Schraubenmuttern, in welche die Schrauben FD, EC passen, welche man so weit hineinschrauben kan, daß ihre Enden F und E im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes bey O zusammenkommen. K und L sind runde Scheiben mit getheilten Kreisen, und die Handhaben CG, HD vertreten durch ihre Richtung die Stelle der Zeiger. Betrachtet man nun durch dieses Fernrohr z. B. den Durchmesser eines Planeten, so kan man die Schrauben so stellen, daß ihre Enden E und F das Bild desselben zwischen sich enthalten. Alsdann schraubt man E und F zusammen, und zählt die dazu nöthigen Umdrehungen, wobey die Stellung der Handhaben CG, HD gegen die getheilten Scheiben K und L, noch halbe, Viertel-Achtel-Umdrehungen u. s. w. angiebt. So weiß man die Größe des Bildes in Umdrehungen der Schraube.

Der Werth jeder Umdrehung läßt sich zwar aus der Brennweite des Objectivglases und der Weite der Schraubengänge durch bloße Rechnung finden (s. Kästner astron. Abhandl. 2te Samml. S. 311. u. f.); es ist aber sicherer, ihn durch wirkliche Erfahrung zu bestimmen. Hiezu braucht man den Sonnendurchmesser, oder bekannte Weiten von Fixsternen, oder die Zeit, die ein Fixstern nöthig hat, um durch die tägliche Bewegung von einer Schraube zur andern geführt zu werden, oder endlich auch die scheinbare Größe eines irdischen Gegenstandes, dessen Entfernung bekannt ist. Herr Kästner lehrt (a. a. O. S. 319.

u. f.) daß, wenn die scheinbare Größe eines irdischen Gegenstands = h Secunden, seine Entfernung = b, die Brennweite des Objectivs = l, und die Zahl der Umdrehungen für das Bild dieses Gegenstands = g genannt wird, der Werth einer Umdrehung $= \frac{h.b}{(b-l)g}$ Secunden sey. Hiebey wird die Stellung des Fernrohrs so gelassen, wie sie für unendlich entfernte, d. i. für himmlische Gegenstände seyn muß. Man findet auf diese Art den Werth der Umdrehungen etwas zu klein, aber der Fehler ist unbeträchtlich, wenn nur der betrachtete Gegenstand eine hinlänglich große Entfernung hat. Herr K. betrachtete durch ein Fernrohr von 87 leipz. Zoll Brennweite einen um $15921\frac{1}{4}$ leipz. Zoll entfernten Stab, von 8 pariser Fuß Länge, der also dem bloßen an die Stelle des Objectivglases gestellten Auge unter einem Winkel von 1432 Secunden erscheinen mußte. Dem Bilde dieses Stabs im Fernrohre kamen $14\frac{1}{2}\frac{2}{4}$ Umdrehungen zu. Daraus findet sich nach obiger Formel der Werth einer Umdrehung = 97,343 Secunden. Die Berechnung aus der Brennweite und Weite der Schraubengänge (deren 26,92 auf den rhein. Zoll giengen) gab 97,396 Secunden. Herr de la Lande (Astr. 2de edit. §. 2529.) giebt andere, hievon etwas abweichende Vorschriften, welche vielleicht in der Ausübung leichter, aber in der Theorie so genau nicht sind, als die hier beygebrachte. Man sieht übrigens leicht, daß sich diese Bestimmungsarten auch auf alle andere Mikrometer anwenden lassen.

Kirchs Schraubenmikrometer ist in der ersten Helfte dieses Jahrhunderts in Deutschland allgemein gebraucht worden. Weiten der Sterne von einander zu messen, zieht es **Euler** (Mém. de l'Acad. de Prusse 1748. p. 121.) allen andern vor, und räth nur, die Schrauben in Spitzen zu enden. Inzwischen kan man damit doch nur eine Linie auf einmal messen, nicht aber Unterschiede der Rectascensionen und Abweichungen zweener Sterne zugleich, wie doch oft nöthig ist.

Zu dieser Absicht also erfand **Cassini** das **astronomische Netz** (reticulum) von 45 Graden, welches Zanotti (la

Cometa dell' anno 1749 obseruata nella specula di Bologna) zuerst beschrieben hat. Die dabey von Bradley angebrachten Verbesserungen nebst dem Rautenneze (reticulum rhomboidale) beschreibt Smith (Lehrbegrif der Optik durch Kästner S. 318. u. f.). Solche Netze bestehen aus unbeweglichen im Brennpunkte des Objectivglases ausgespannten Fäden. Diese Fäden bilden eine Figur, in der eine gewisse Linie jederzeit mit der Richtuug der täglichen Bewegung parallel gestellt wird.

Man hat auch Mikrometer aus unbeweglichen parallelen Linien oder Gittern, welche sowohl in Fernröhren als Vergrößerungsgläsern zu Abmessungen kleiner Größen mit Vortheil gebraucht werden. Dechales (Mund. mathem. Dioptric. L. II. prop. 59.) und Zahn (Oculus artific. Fundam. III. Syntagm. IV. Cap. 2. §. 1.) empfehlen Gitter von Pferdehaaren oder von Linien auf Glas, zu Abzeichnung der Mondflecken. Römer stellte ein solches Gitter wegen des veränderlichen Monddurchmessers in ein Fernrohr mit zwey Objectivgläsern, deren Abstand man so ändern konnte, daß das Mondbild allezeit den Raum des Gesichtsfelds genau ausfülite. De la Hire (Mém. de Paris 1701.) giebt eben diese Vorschrift, räth aber an, die Linien des Gitters mit Demant in ein ebnes Glas zu schneiden. In vielen Fernröhren, besonders an Quadranten, findet man einige feste parallele Fäden, die man als Mikrometer brauchen kan. Das Fernrohr am göttingischen Mauerquadranten z. B. hat fünf parallele Fäden, wobey der Abstand zwischen jedem Paare $7\frac{1}{2}$ Min. beträgt, und die Theile des Abstands nach dem Augenmaaße geschätzt werden können. Tobias Mayer (Kosmographische Nachrichten und Samml. Wien und Nürnb. 1750. gr. 4. S. 1.) schlug vor, ein Glas mit Tusche zu überstreichen, und mit einem Federkiele so viel wegzunehmen, daß parallele Linien stehen blieben; Brander schnitt die Linien mit einem Demant so fein in Glas, daß sie kaum $\frac{1}{200}$ einer Linie breit wurden, und ihre Abstände $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{28}$ einer Linie betrugen. Da aber dieser Linien sehr viele sind, so ist man bey der Beobachtung in Gefahr, eine für

die andere zu nehmen. Wie man einen leeren Kreis als Mikrometer brauchen könne, zeigt de la Lande (Astron. 2de edit. §. 2510.)

Der P. Helfenzrieder (Tubus astronomicus amplissimi campi cum micrometro suo et fenestellis ocularibus. Ingolst. 1773. 4.) sucht durch Vervielfältigung der Oculare, deren er 32 in zwo Reihen oder Fensterchen ordnet, das Feld des Mikrometers zu erweitern. Er braucht dazu ein Gitter aus feinen Silberfäden, über das sich ein beweglicher Faden vermittelst einer Schraube führen läst. In diesem ziemlich zusammengesetzten Werkzeuge zeigt jedes Ocular eine andere Stelle des Himmels, und alle zusammen fassen einen Raum von mehreren Graden.

Wenn man die Mikrometer der Fernröhre bey Sternen im Dunkeln gebrauchen will, so müssen die Fäden derselben erleuchtet werden. Insgemein stellt man eine weisse Pappe schief vor das Objectivglas, erleuchtet sie durch ein gegenüberhängendes Licht in einer Laterne, und schneidet in der Mitte ein Loch aus, durch welches man die Sterne sehen kan. Weit besser aber ist es, die Seiten des Rohres zwischen dem Mikrometer und dem Oculare zu öfnen und mit beweglichen Spiegeln zu versehen, durch welche sich das Licht von Lampen auf beyde Seiten eines jeden Fadens werfen läst. Durch Blendungen kan man es leicht so einrichten, daß nur die nöthigen Fäden erleuchtet werden, und das Auge an einem völlig dunkeln Platze bleibt.

Da die Stellung der Mikrometer gegen die Gläser immer unverändert bleiben muß, so macht man insgemein die hiezu bestimmten Fernröhre aus einem einzigen Stück, nicht wie sonst, aus Röhren, die sich verschieben lassen.

Aehnliche Vorrichtungen lassen sich auch bey Mikroskopen anbringen. Weil man aber hier nahe Gegenstände vor sich hat, so braucht man nicht, wie am Himmel, bey der bloßen Angabe des Sehewinkels stehen zu bleiben. Man kan sogleich auf die wirkliche Größe des Gegenstands schließen, daher auch einige Neuere die Veranstaltungen hiezu **Megalometer** nennen, und von den Mikrometern,

durch welche blos Sehewinkel bestimmt werden, unterscheiden wollen.

Leeuwenhoek schätzte die Größe kleiner Gegenstände durch Vergleichung mit Sandkörnern, deren 100 auf die Länge eines Zolls giengen, und die er zugleich mit dem Objecte durch das Mikroskop betrachtete. **D. Jurin** (Diss. upon physico-mathematical subjects, p. 45.) wand einen feinen Silberdrath so dicht, als möglich, um eine Nadel, und zählte die Umwindungen in der Länge eines Zolles, dann schnitt er den Drath in kleine Stückchen, und streute dieselben auf den Teller, auf dem die Sache lag, um ihr Bild nach dem Augenmaaße mit dem Bilde der Sache zu vergleichen. So fand er z. B., daß vier Kügelchen im Menschenblute insgemein die Breite eines Draths bedeckten, von dem 485 Umwindungen auf einen Zoll giengen. Daher setzt er den Durchmesser eines Kügelchens = $\frac{1}{1940}$ Zoll.

D. Hook's Methode, mit einem Auge durchs Vergrößerungsglas Gegenstände zu betrachten, und das andere Auge unbewafnet auf andere gleich weit entfernte Objecte von bekannter Größe zu richten, dient nicht sowohl, die Größe der Gegenstände, als vielmehr die Vergrößerung, die das Instrument bewirkt, zu erfahren. Sie ist der Vorschrift ähnlich, die ich zu Bestimmung der Vergrößerung bey Fernröhren aus **Wolfs** Dioptrik bey dem Worte Auxometer angeführt habe.

Netze oder Gitter von feinen in Glas geschnittnen oder auf Glas gezeichneten Linien zum Mikrometer und zu Abzeichnungen zu gebrauchen, hat **Martin** (Opticks p. 288.) unter dem Namen Graphical Perspectives vorgeschlagen. **Brander** versahe unter den zwey zusammengesetzten Mikroskopen, die er (Augsb. 1769. 8.) beschrieben hat, das eine mit einem solchen Gitter, das andere mit einem Schraubenmikrometer. Um dadurch Größen der Gegenstände zu bestimmen, muß der Werth der Gitterfächer oder der Schraubenumdrehungen in wahrem Maaße, nebst der Vergrößerung des Instruments bekannt seyn. Weil sich aber die letztere ändert, so oft das Mikroskop anders gestellt wird, so muß sie für jede Stellung besonders bestimmt werden.

Übrigens werden solche mikroskopische Gitter von Herrn Tiedemann in Stuttgard und Herrn Schröter in Gotha sehr vollkommen verfertiget.

Herr Beseke in Mietau (Leipziger Magazin zur Naturgesch. und Oekonomie v. J. 1786. istes Stück, ingl. Beob. und Entd. aus der Naturk. v. der berl. Ges. naturf. Freunde II B. 1 Stück. Num. 13.) bedient sich zum **Megalometer** einer Fläche von 6 Zoll Länge und 5 Zoll Breite, die in Quadratzolle und Quadratlinien nach Decimalmaaß eingetheilt ist, wobey sich die Zollstriche durch ihre Stärke unterscheiden. Diese Fläche wird in einerley Horizontalebne mit dem Objecte gebracht. Das linke Auge betrachtet den Gegenstand durchs Mikroskop, indem das rechte unbewafnet auf die getheilte Fläche sieht. So kan man das vergrößerte Bild mit den Zollen und Linien der Theilung vergleichen, nöthigenfalls auch, wenn sich etwa die Linien nicht gut abzählen lassen, mit dem Zirkel messen, und die Zahl der Linien, die es einnimmt, bestimmen. Nun nimmt Hr. B., wie Jurin, eine Drathsaite zu Hülfe. Von den messingnen Klaviersaiten Num. 5. gehen 81 Gewinde auf einen Rheinl. Zoll. Also ist der Durchmesser $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Lin. Ein Stück solcher Saite bringt er unter das Mikroskop, zählt die Linien, welche die Breite desselben einnimmt (z. B. 23), und findet dadurch die Vergrößerung ($8 \times 23 = 184$ mal). Bey unveränderter Stellung des Instruments betrachtet er nun eben so, einen Gegenstand (z. B. ein Menschenhaar, dessen Breite $\frac{46}{8}$ Lin. einnimmt), und erhält daraus dessen Größe durch eine leichte Rechnung ($\frac{46}{8} : 184 = \frac{1}{32}$ Lin.). Es ist aber für jede Stellung des Mikroskops die Vergrößerung aufs neue zu bestimmen, obgleich Hr. B. zu glauben scheint, daß sie für jede Objectivlinse immer dieselbe bleibe: auch ist diese Methode für diejenigen nicht wohl brauchbar, welche Augen von ungleicher Güte haben.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel. S. 167. 172.
Kästner Astronomische Abhandlungen, zweyte Sammlung Göttingen, 1774. 8. Siebente Abhdl. S. 265 u. f.

Mikroskop, Vergrößerungsglas, Microscopium, Engyscopium, *Microscope.* Ein Werkzeug, wodurch sich sehr kleine, aber nahe Gegenstände dem Auge deutlich und vergrößert darstellen. Man bedient sich dabey entweder eines einzigen, oder mehrerer Gläser, worauf die Eintheilung der Mikroskope in **einfache** und **zusammengesetzte** beruht. Bey den letztern werden bisweilen auch statt einiger Gläser Metallspiegel gebraucht; in diesem Falle heißt das Instrument ein **reflectirendes** oder **Spiegelmikroskop.**

Die Erfindung der Mikroskope ist für die Naturlehre fast noch wichtiger, als die Entdeckung der Fernröhre gewesen, obgleich die letztere mehr äussern Glanz hat, und auf erhabnere und größere Gegenstände gerichtet ist. Das Mikroskop zeigt uns dagegen mehr von dem Baue der Körper, die uns zunächst angehen, und lehrt uns den großen Schöpfer auch im Kleinen bewundern.

Das einfache Mikroskop, welches blos aus einem einzigen convexen Linsenglase besteht, muß eben so alt, als der Gebrauch der erhabnen Linsen überhaupt seyn, s. **Linsengläser, Brillen.** Denn diese Linsen konnten, sobald sie erfunden waren, doch zu nichts anderm, als zur Vergrößerung kleiner und naher Gegenstände gebraucht werden, ob es gleich damals niemand einfiel, ihnen den Namen der Mikroskope zu geben. Man brauchte sie zuerst als Loupen und Brillen, und verfertigte sie nachher immer kleiner und erhabner, um desto kleinere Gegenstände dadurch betrachten zu können, bis endlich **Hartsoeker** und **Hook** den Gebrauch der kleinsten Glaskügelchen lehrten. Da alles dieses allmählig geschehen ist, so bleibt blos die Frage von der Erfindung des zusammengesetzten Vergrößerungsglases übrig, welches den Namen Mikroskop sogleich bey seiner Entstehung erhalten hat.

Borel (De vero telescopii inventore. Hag. Com. 1655. 4. p. 35.) schreibt diese Erfindung dem **Zacharias Jansen** in Middelburg und dessen Sohne gemeinschaftlich zu. Er theilt einen Brief des holländischen Gesandten

Wilhelm Boreel mit, worinn erzählt wird, diese Künstler hätten dem Erzherzog Albrecht von Oesterreich ein Mikroskop überreicht, s. Fernrohr. Boreel fügt hinzu, er selbst habe im Jahre 1619, da er als Gesandter in England gewesen, bey seinem Freunde Cornelius Drebbeln ein von den Jansen verfertigtes Mikroskop gesehen, welches Drebbel von dem Erzherzoge bekommen habe. Es sey dasselbe sechs Fuß lang, einen Zoll weit und von vergoldetem Kupfer gewesen, und habe mittelst dreyer messingnen Delphine auf einem Würfel von Ebenholz geruhet, auf den man auch die Gegenstände gelegt habe. Diese Erzählung, der man die Glaubwürdigkeit nicht absprechen kan, zeigt deutlich, daß das erwähnte Instrument ein zusammengesetztes Mikroskop gewesen sey; aber die innere Einrichtung ist nicht angegeben. Montucla vermuthet, es möge so, wie die ersten Fernröhre, aus einem erhabnen und einem Hohlglase bestanden haben.

Dieser Nachricht ungeachtet hat man doch den Jansen die Ehre dieser Erfindung nicht durchgängig zugestanden. Huygens (Dioptrice in Opusc. posth. Lugd. Bat. 1703. 4. p. 221.) sagt, daß im Jahre 1618 das Mikroskop noch nicht bekannt gewesen, erhelle aus dem Stillschweigen des Sirturus (Telescopium, Frf. 1618. 4.), der eine so wichtige Entdeckung gewiß würde erwähnt haben. Es sey ihm aber von Augenzeugen versichert worden, daß man 1621 in England bey Drebbeln Mikroskope gesehen habe, und ebenderselbe werde auch für den Erfinder gehalten. Diese Stelle des Huygens hat veranlasset, daß fast die meisten Schriftsteller die Erfindung des Mikroskops Drebbeln zueignen, und in die Jahre 1618 — 1621 setzen.

Endlich hat sich auch noch der Neapolitaner Franz Fontana (Novae terrestrium et caelest. obs. Neap. 1646. 4.) als der Erfinder des Mikroskops angegeben, auf welches er schon im Jahre 1618 gekommen seyn will. Seine Zeugniße aber sind nicht älter, als von 1625. Montucla ist geneigt, ihm die Erfindung des Mikroskops mit zwey Converglasern zuzueignen, weil nach seiner Vermuthung das Drebbelsche ein hohles Augenglas gehabt haben soll. Daß Mon-

tucla die Jansen gar nicht nennt, da er doch Boreels Brief anführt, ist eine kaum zu verzeihende Unterlassung.

Man sieht hieraus, daß die zusammengesetzten Vergrößerungsgläser bald nach den Fernröhren erfunden und bekannt worden sind. Sie gaben Veranlassung, kleine Gegenstände genauer zu betrachten, und da man in der Folge auch einfache Linsen sehr bequem hiezu fand, so entstand daraus erst nachher die Benennung der erhabnen Glaslinsen mit dem Namen der Mikroskope, und die Eintheilung in einfache und zusammengesetzte.

Einfaches Mikroskop.

Wenn man eine kleine Sache CD, Taf. XVI. Fig. 44. durch ein erhabnes Glas A B so betrachtet, daß sie in des Glases Brennpunkte F liegt, so erscheint sie aufrecht, und dem Presbyten deutlich, s. Linsengläser (Th. II. S. 917. Num. 2.). Der Stral CE, welcher des Glases Mitte trift, geht ungebrochen hindurch; die übrigen, welche von eben dem Punkte C auf die Linse fallen, laufen nach der Brechung mit CE parallel. Eben so ist es mit den Stralen aus D beschaffen, welche nach der Brechung mit dem ungebrochenen DG parallel auslaufen. Das Auge in O bekömmt also von jedem Punkte der Sache Parallelstralen, durch welche es ihn, wenn es nicht kurzsichtig ist, deutlich sieht: auch sieht es den Punkt C nach γ, den Punkt D nach δ zu, mithin den Gegenstand aufrecht.

Was die Vergrößerung betrift, so erscheint die Sache CD unter dem Winkel $\gamma O \delta$, welcher dem CcD, oder demjenigen Sehewinkel gleich ist, unter welchem CD vom blossen Auge würde gesehen werden, wenn dasselbe in c an der Stelle des Glases stünde. Man sieht also in diesem Falle die Körper nur eben so groß, als sie das bloße Auge an der Stelle des Glases sehen würde; und wenn man unter Vergrößerung, wie bey den Fernröhren, das Verhältniß der Winkel $\gamma O \delta$ und CcD versteht, so erhält man in diesem Sinne des Worts durch ein einfaches Mikroskop gar keine Vergrößerung.

Man muß aber bedenken, daß kleine Sachen, in der Nähe betrachtet, schon dem bloßen Auge sehr groß erscheinen würden, wenn man sie nur nahe genug bringen könnte, ohne Undeutlichkeit zu verursachen. Es giebt eine gewisse **Weite des deutlichen Sehens** (distantia visionis distinctae), die eigentlich für jedes Auge eine andere ist, im Durchschnitte aber für die meisten Augen auf 8 Zoll gesetzt werden kan. Ist nun c F, oder die Brennweite des Glases, weit unter 8 Zoll, so wird das bloße Auge, in c gesetzt, den Gegenstand C D unter einem ungemein großen Sehewinkel, freylich aber sehr undeutlich, sehen. Setzt man hingegen das Glas in c, so sieht das Auge in O die Sache unter eben dem ungemein großen Sehewinkel, nunmehr deutlich. Die Wirkung des Glases ist also die, daß man die Sache viel näher, als an das bloße Auge, rücken, und doch deutlich sehen kan. In der Figur z. B. sieht man sie so groß, als ob sie um die Weite F c vom Auge abstünde, da man sie mit dem bloßen Auge nicht näher, als in der Weite von 8 Zollen, betrachten könnte. Da sich nun kleine Sehewinkel umgekehrt, wie die Abstände der Sache vom Auge verhalten, s. **Sehewinkel**, so verhält sich die scheinbare Größe, die das Mikroskop zeigt, zu der, die das bloße Auge sieht, wie 8 Zoll zu Fc; oder die **Vergrößerung** (worunter hier das Verhältniß des Winkels $\gamma O \delta$ zu dem, unter welchem CD im Abstande von 8 Zollen erscheint, verstanden wird) ist $= \frac{8 \text{ Zoll}}{Fc}$ d. i. gleich der Weite des deutlichen Sehens, dividirt durch die Brennweite der Linse.

In diesem Sinne vergrößert ein einfaches Mikroskop desto stärker, je kürzer seine Brennweite ist. Ein Glas, das eine Brennweite von $\frac{1}{20}$ Zoll hat, wird 160mal vergrößern. Es verstattet nemlich, die Sache so zu betrachten, als ob sie dem Auge 160mal näher stünde, als gewöhnlich, und sie doch deutlich zu sehen.

Das Gesichtsfeld hiebey hat einen Halbmesser, der dem scheinbaren Halbmesser der Oefnung des Glases $\gamma O F$ gleich ist. Weil nun dieser desto mehr wächst, je näher

man das Auge an das Glas bringt, so kan man auch am meisten vom Gegenstande übersehen, wenn man das Auge dem Glase so nahe als möglich, hält.

Wenn die Sache nicht genau im Brennpunkte des Glases, sondern ein wenig vor oder hinter demselben liegt, so erhält das Auge nicht mehr parallele, sondern divergirende oder convergirende Stralen. Myopen, welche durch divergirende Stralen deutlich sehen, müssen also das Glas etwas näher an den Gegenstand rücken, als die Presbyten. Dies ist der Fall, der beym Worte: **Linsengläser** (Th. II. S. 917. Num. 1.) angeführt wird.

Die Vergrößerung wird hiebey um etwas weniges geringer, nnd der Ort des Auges ist nicht mehr willkührlich, sondern muß ungefähr um die Weite des deutlichen Sehens vom Bilde abstehen. Hält man das Glas etwas weiter von der Sache ab, als die Brennweite beträgt, so sieht man durch convergente Stralen, also nicht mehr so deutlich, aber stärker vergrößert, als vorher, u. s. w.

Da die Güte der Augen so verschieden ist, so thut man am besten, wenn man beym Gebrauche der einfachen Vergrößerungsgläser den gehörigen Abstand des Glases von der Sache und des Auges vom Glase durch Probiren sucht. Zu dieser Absicht werden erhabne Linsen von kurzen Brennweiten in Ringe von Messing, Horn u. dgl. gefaßt, und mit einem Griffe versehen, bey dem man sie nahe an die Sache halten, und dann das Auge so weit entfernen kan, bis man die gröste Deutlichkeit erhält. Solche Gläser sind unter dem Namen der **Loupen** (loupes) bekannt, und es läst sich mit ihnen schon sehr viel wahrnehmen, was dem bloßen Auge entgeht.

Leeuwenhoek, der sich durch mikroskopische Entdeckungen so ausnehmend hervorgethan hat, bediente sich zu seinen unzählbaren und mühsamen Untersuchungen nie anderer, als solcher einfachen Linsengläser, die er zwischen zwo silberne in der Mitte durchbohrte Platten einlegte. Den Gegenstand befestigte er mit Leim auf eine Nadel, die man in jede beliebige Entfernung vom Glase bringen konnte. Seine Linsen, die er selbst verfertigte, und größten-

theils der königlichen Societät zu London hinterließ, sind von **Folkes** und **Baker** untersucht, und von keiner stärkern, als etwa 160facher, Vergrößerung, aber von ungemeiner Deutlichkeit, gefunden worden, so daß man seine großen Entdeckungen nicht sowohl der vergrößernden Wirkung der Gläser, als vielmehr seiner Geschicklichkeit und langen Erfahrung im Gebrauche derselben und in der Zubereitung der Gegenstände zu danken hat.

Starke Vergrößerungen erfordern geringe Brennweiten. Da man nun Gläser von sehr kurzer Brennweite nicht gut schleifen kan, so kam **Hartsoeker** um das Jahr 1668 auf den Gedanken, zum einfachen Mikroskop kleine **Glaskügelchen** zu gebrauchen, die sich an der Lampe sehr leicht schmelzen lassen. Schon vorher schlug **D. Hook** (Micrographia. Lond. 1665. fol.) kleine Glaskugeln zu diesem Gebrauche vor, ob er gleich auf das Schmelzen derselben an der Lampe erst in der Folge kam. Die Brennweite der Glaskugeln beträgt den vierten Theil, oder wenn man vom Mittelpunkte der Kugel aus rechnet, drey Viertel ihres Durchmessers. So berechnet **Huygens** (Dioptr. prop. 59.) die Vergrößerung, die man durch solche Kügelchen erhält, in dem Verhältniße von $\frac{3}{4}$ des Durchmessers zu 8 Zoll, so daß ein Kügelchen von $\frac{1}{12}$ Zoll Durchmesser 128mal vergrößert. Methoden solche Kügelchen zu schmelzen, beschreiben **Butterfield** (Phil. Trans. no. 141.) und **Adams** (Essay on the microscope, p. 11.)

Die kleinsten Kügelchen dieser Art hat der **P. di Torre** in Neapel verfertigt, und im Jahre 1765 vier davon an die königliche Societät zu London übersendet, bey welcher sie von **Baker** (Philos. Trans. Vol. LVI. p. 67.) untersucht worden sind. Das kleinste derselben hatte nur $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser, und sollte daher 2560mal vergrößern. Sie waren aber ganz unbrauchbar, und Baker urtheilte bey aller seiner Geschicklichkeit in Behandlung der Mikroskope, daß wenig Augen seyn möchten, die durch sie nicht blind werden würden. Allerdings sind solche Kügelchen zwar der Theorie nach die stärksten Vergrößerer, in der Ausübung aber setzt die Schwierigkeit, die Objecte anzubringen, der

Mangel des Lichts, die große Nähe des Auges und die Kleinheit des oertlichen Gesichtsfelds ihrem Gebrauche unüberwindliche Hinderniße entgegen.

Ueberhaupt wird der Gebrauch der einfachen Vergrößerungsgläser durch viele Umstände sehr erschweret, wenn die Brennweite kurz ist. Alsdann nemlich müssen Gegenstand, Glas und Auge äusserst nahe zusammengebracht werden, wobey es an Bequemlichkeit, den Gegenstand anzubringen, und an der nöthigen Menge von Licht mangelt. Sind die Gegenstände durchsichtig oder dünn genug, um viel Licht durchzulassen, so kan man sie von der Rückseite her erleuchten, und hiezu haben einige Künstler sehr bequeme Einrichtungen des einfachen Mikroskops angegeben.

Unter andern beschrieb **Wilson** eine solche im Jahre 1702 in den philosophischen Transactionen, die nachher von D. **Lieberkühn** zum Sonnenmikroskop gebraucht, und unter dem Namen des **wilsonischen** oder **lieberkühnischen Mikroskops** allgemein beliebt geworden ist. Sie besteht aus zwo Röhren, die sich in einander schrauben lassen, Taf. XVI. Fig. 45. Am Ende der innern Röhre AC befindet sich ein großes erhabnes Linsenglas, dessen Brennweite ohngefähr bis D ans andere Ende des Instruments reicht. Wenn man dieses Glas gegen das Taglicht kehrt, so wird alles, was sich um D herum befindet, stark erleuchtet. In der äussern Röhre stemmt sich eine Spiralfeder von einigen Windungen aus Drath mit ihrem Ende gegen eine anliegende Platte, welche dadurch beständig gegen eine zweyte Platte angedrückt wird. Diese äussere Röhre hat auch an der Vorderseite bey D die zur Vergrößerung dienende Linse, welche in eine hole oder trichterförmige Fassung eingelegt ist, so daß man das Auge bequem in die Hölung legen, und der Linse so nahe als möglich bringen kan. Beyde Röhren sind an den Seiten, fast an ihrer ganzen Länge hin, ausgeschnitten und offen. Die Gegenstände befinden sich in einem Fig. 45.b besonders vorgestellten Schieber mit Löchern, in welchen sie zwischen Plättgen von Frauenglas, oder besser dünnem Glas, eingeklemmt sind. Diesen Schieber steckt

man durch die Oefnungen an den Seiten der Röhren zwischen die zwey vorhin erwähnten Platten, welche in der Mitte durchbohrt sind, so, daß das Loch mit dem Gegenstande vor der Mitte steht. Hier wird der Schieber durch die Kraft der Feder gegen das eingeschraubte Ende der innern Röhre fest angeklemmt, und man kan nun die ganze Vorrichtung bey dem Grif anfassen, die Stelle D an das Auge bringen, und indem man AC der Erleuchtung halber gegen das Taglicht kehrt, beyde Röhren so lang in einander schrauben, bis der Gegenstand die gehörige Entfernung von D erhält, und das vergrößerte Bild desselben recht deutlich wird. Dieses Mikroskop wird noch jezt sehr häufig aus Messing, Elfenbein, Horn u. dgl. verfertigt, und mit der dazu nöthigen Geräthschaft und einer Anzahl Schiebern mit mikroskopischen Gegenständen in Etuis aufbewahrt. Insgemein ist es so eingerichtet, daß man bey D Fassungen mit größern und kleinern Linsen nach Gefallen einschrauben kan. Zur Betrachtung flüßiger Körper sind hole gläserne Röhren dabey, die man mit den Flüßigkeiten füllet, und statt der Schieber zwischen die Platten bringt.

Eine andere Einrichtung, die von einem Prediger in Zeitz **Gottfried Teuber** herrührt, findet man beym **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 40. §. 418.). Sie besteht aus zwo messingnen Platten, die sich in einem Charniere so bewegen, daß sich der Winkel, den sie machen, mehr öfnen oder schliessen läßt. In der einen Platte liegen die Linsen oder Kügelchen, in der andern der Gegenstand auf einer Glasplatte: die ganze Vorrichtung wird an einem Griffe gehalten, und der Gegenstand gegen das Taglicht betrachtet. Das sogenannte **Zirkelmikroskop** hat die Form eines Zirkels, dessen eine Spitze die Fassung mit dem Glase, die andere den Gegenstand trägt, und den man so weit öfnet oder zuthut, bis Glas und Gegenstand in die gehörige Entfernung kommen. Mehrere Einrichtungen zu Linsen und Kügelchen beschreiben **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 38. §. 407. ingl. Probl. 40. §. 418. Nützliche Versuche Th. III. Cap. 6. §. 76 u. f.) und **Adams** (Essay on the microscope. London, 1787. 4maj.)

Stephan Gray (Philos. Trans. no. 221. 223.) fiel auf ein leichtes Mittel, sehr wohlfeile Mikroskope, freylich nur auf kurze Zeit, zu machen. Man nimmt mit einer Nadelspitze ein Wassertröpfchen auf, und bringt es in ein kleines Loch in einer metallnen Platte, wo es eine kugelförmige Gestalt annimmt, und die Dienste eines einfachen Mikroskops thut. Besonders erscheinen dadurch die im Wassertropfen selbst befindlichen Thierchen sehr groß, weil hiebey die hintere Seite des Tropfens wie ein Hohlspiegel wirkt. Man nennt diese Vorrichtung **Grays Wassermikroskop.**

Bey Betrachtung undurchsichtiger Gegenstände ist die Erleuchtung, die hier von der Vorderseite kommen muß, schwerer anzubringen. D. **Lieberkühn** bediente sich dazu im Jahre 1739 eines polirten silbernen Hohlspiegels, den er in der Mitte durchbohrte, und in das Loch ein Vergrößerungsglas einsetzte. Der Hohlspiegel, gegen das Taglicht gekehrt, erleuchtet den Gegenstand, der in seinem Brennpunkte angebracht wird, von eben der Seite her, von welcher ihn das Auge durch das eingesetzte Glas betrachtet. Lieberkühn zeigte diese Einrichtung verschiedenen Künstlern in England, besonders dem Herrn **Cuff**, welcher viel Mikroskope von dieser Art mit großer Vollkommenheit verfertiget hat. Schon **Leeuwenhoek** (Arcana naturae detecta p. 182.) redet von einer ähnlichen Erfindung, wobey er eine kleine polirte messingne Schüssel zur Erleuchtung gebrauchte, um den Kreislauf des Bluts in Aalen zu betrachten.

Beym Gebrauche des einfachen Mikroskops kömmt sehr viel auf eine geschickte Behandlung des Gegenstands an, die man schwerlich anders, als durch Erfahrung erlernen kan. Dunkle Gegenstände erfordern ein stärkeres Licht, als helle und durchsichtige; für manche ist das Licht einer Kerze dem Taglichte vorzuziehen: das unmittelbare Sonnenlicht aber ist für alle mikroskopische Beobachtungen zu stark.

Zusammengesetzte Mikroskope.

Das zusammengesetzte Mikroskop aus zwey Gläsern ist dem astronomischen Fernrohre ähnlich. Es besteht

aus zwey Convexgläsern, der Objectivlinse DE, Taf. XVI. Fig. 46., und dem Augenglase GH. Der Gegenstand AB ist von der Objectivlinse DE um etwas weniges mehr entfernt, als ihre Brennweite CF beträgt. Dadurch entsteht, den Eigenschaften der Linsengläser gemäß, in ab ein umgekehrtes und vergrößertes Bild des Gegenstandes, welches im Brennpunkte des Ocularglases GH liegt, und durch dieses Glas vom Auge O betrachtet wird. Da alle aus einem Punkte des Bildes, z. B. aus a kommende Stralen aus dem Brennraume des Glases GH ausfahren, so werden sie nach der Brechung mit einander parallel, und zeigen dem Auge in O den Punkt a deutlich. Weil aber O den Punkt B des Gegenstands nach der Richtung OG sieht, so erscheint die Sache durch dieses Mikroskop umgekehrt.

Man setze der Objectivlinse Brennweite CF = f, die des Ocularglases Ka = F, die Weite des Gegenstands von der Objectivlinse CA = b, so ist die Entfernung des Bildes $Ca = \frac{bf}{b-f}$, s. Linsengläser. Der Winkel GOK, unter welchem das Bild gesehen wird, ist = bKa, und verhält sich zu bCa = ACB, wie Ca : Ka, d. i. wie Ca : F. Der Winkel bCa aber verhält sich zu dem, unter welchem der Gegenstand in der Entfernung von 8 Zoll erscheint, wie 8 Zoll zu CA = b. Also vergrößert das Werkzeug in dem zusammengesetzten Verhältniße Ca : F + 8 Zoll : b, d. i. wenn alle Längen in Zollen ausgedrückt werden, im Verhältniße 8. Ca : b. F, oder wenn man für Ca seinen obigen Werth setzt, im Verhältniße 8 f : (b — f) F.

Bey einerley Gläsern, oder wenn F und f ungeändert bleiben, wird die Vergrößerung desto stärker, je kleiner b — f oder FA ist, d. i. je näher der Gegenstand AB an den Brennpunkt der Objectivlinse gebracht wird. Man kan auf diese Art sehr starke Vergrößerungen erhalten; aber es wächst dabey auch die Länge des Werkzeugs, oder die Entfernung beyder Gläser, welche = Ca + F ist, weil Ca desto größer wird, je näher AB dem Brennpunkte kömmt.

Würde die Sache in den Brennpunkt selbst gerückt, so wäre Ca unendlich groß, und das Mikroskop würde gar kein Bild mehr zeigen.

Der vortheilhafteste Ort für das Auge ist der, wo $OK = F + \frac{F^2}{Ca}$. Nemlich von jedem Punkte der Sache AB geht ein Stral ungebrochen durch die Mitte der Objectivlinse. Wo diese Stralen, dergleichen hier BCb ist, mit der Axe vereiniget werden, da ist der vortheilhafteste Ort für das Auge: denn dahin käme von jedem Punkte der Sache ein Stral, wenn auch die Oefnung des Glases DE nur ein Punkt wäre. Wenn nun des Glases GH Brennweite $= F$ ist, so vereinigen sich Stralen, die aus C oder aus der Entfernung $CK = Ca + F$ herkommen, hinter dem Glase in der Entfernung $OK = \frac{(Ca + F).\ F}{Ca} = F + \frac{F^2}{Ca}$.

Der Halbmesser des Gesichtsfelds ist gleich dem Winkel, unter welchem soviel vom Gegenstande, als der Winkel KOG übersehen läßt, in der Entfernung von 8 Zollen ins Auge fällt. Nun sey der Halbmesser der Oefnung des Augenglases KG (in Zollen ausgedrückt) $= r$. Was man von der Sache übersieht, oder AB, ist $= \frac{CA.\ GK}{CK} = \frac{br}{CK}$, wegen der ähnlichen Dreyecke GKC und BAC. Dieses AB erscheint aus 8 Zoll Entfernung unter einem Winkel, dessen Tangente $= \frac{AB}{8}$ oder $\frac{br}{8.\ CK}$ ist. Dies ist also die Größe der Tangente des Halbmessers vom Gesichtsfelde, woraus sich vermittelst der trigonometrischen Tafeln der zugehörige Winkel, oder der Halbmesser selbst bestimmen läßt.

Folgendes Beyspiel aus Huygens (Dioptr. Prop. 62.) wird diese Theorie erläutern. Es sey $f = \frac{7}{10}$, $F = 2$ Zoll. Der Gegenstand AB sey vom Objectivglase um $b = \frac{7}{9}$ Zoll entfernt. So geben die obigen Formeln folgende Resultate

$Ca = \frac{7}{9} \cdot \frac{7}{10} : (\frac{7}{9} - \frac{7}{10}) = 7$ Zoll

Die Vergrößerung $8.\ Ca : (2.\ \frac{7}{9}) = 36$mal

Den Abstand der Gläser $CK = Ca + F = 9$ Zoll

Den Abstand des Auges $OK = F + \frac{F^2}{Ca} = 2\frac{4}{7}$ Zoll

Die ganze Länge $OA = 2\frac{4}{7} + 9 + \frac{7}{9} = 12\frac{22}{63}$ Zoll

Die Tangente des Halbmess. vom Gesichtsfelde $= \frac{7}{648}r$, und $AB = \frac{7}{81}r$ Zoll.

Rückte man den Gegenstand um soviel näher, daß b nur $\frac{14}{19}$ Zoll betrüge, so wäre

$Ca = \frac{14}{19} \cdot \frac{7}{10} : (\frac{14}{19} - \frac{7}{10}) = 14$ Zoll

Die Vergrößerung $8 \cdot Ca : (2 \cdot \frac{14}{19}) = 76$mal

$CK = Ca + F = 16$ Zoll

$OK = F + \frac{F^2}{Ca} = 2\frac{2}{7}$ Zoll

Die Länge $OA = 2\frac{2}{7} + 16 + \frac{14}{19}$, oder fast 19 Zoll

Die Tang. des Halbm. v. Gesichtsf. $= \frac{7}{1216}r$; $AB = \frac{7}{152}r$ Zoll.

Hieraus erhellet, daß durch ein geringes Anrücken des Gegenstandes die Vergrößerung ungemein verstärkt wird, daß man aber dabey die Gläser viel weiter auseinander ziehen, das Auge etwas näher bringen, und mit einem kleinern Gesichtsfelde zufrieden seyn muß. Man läst daher die zusammengesetzten Mikroskope aus zwo Röhren bestehen, die sich, wie beym Fernrohre, in einander verschieben lassen, und macht sie beweglich, oder setzt die Gegenstände auf einen beweglichen Träger, um ihren Abstand vom Objectivglase, und den Abstand beyder Gläser selbst, nach Befinden ändern zu können. So kan man zwar mit einerley Werkzeuge verschiedene Vergrößerungen erhalten; aber es giebt auch hier Grenzen, über welche man die Vergrößerung nicht treiben darf, wenn nicht die Abweichungen wegen der Gestalt der Gläser und wegen der Farbenzerstreuung allzugroße Undeutlichkeit verursachen sollen.

Man nahm die Wirkung dieser Abweichungen sehr frühzeitig wahr. Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts suchte sie Eustachio de Divinis in Rom durch Verdoppelung der Gläser zu vermindern. Er brauchte nemlich sowohl statt der Objectivlinse als statt des Augenglases

zwo zusammengelegte Linsen, die mit einander, wie eine einzige, wirkten, und konnte dadurch stärkere Vergrößerungen und ein weiteres Gesichtsfeld mit geringerer Undeutlichkeit erhalten.

Weit besser aber dienen hiezu die **Mikroskope mit drey Gläsern**, dergleichen zuerst **D. Hook** (Micrographia. Lond. 1665. fol. praef.) und **Philipp Bonanni** (Micrographia curiosa adiuncta observationibus circa viventia &c. Romae. 1691. 4.) beschrieben haben, und deren Einrichtung Taf. XVII. Fig. 47. vorgestellt ist. Die Objectivlinse C würde das Bild der Sache AB, welche ein wenig über ihren Brennpunkt F hinaus liegt, umgekehrt in $\alpha\beta$ entwerfen. Aber ehe noch das Bild $\alpha\beta$ zur Wirklichkeit kommen kan, werden die Stralen durch das breite erste Augenglas G aufgefangen, und in näher liegenden Punkten vereiniget, wodurch das Bild ab entsteht. Dieses Bild liegt im Brennpunkte des zweyten Augenglases K, und wird durch dasselbe vom Auge O betrachtet. Es erscheint, wie alles, was im Brennpunkte eines Converglases liegt, dem Presbyten deutlich, und wegen seiner Lage sieht man den Gegenstand AB umgekehrt. Vergrößert wird der Gegenstand zuerst im Verhältniße 8 Zoll : CA, dann beym Bilde $\alpha\beta$ im Verhältniße $C\alpha : G\alpha$, endlich beym Bilde ab im Verhältniße $Ga : Ka$, also zusammen im Verhältniße $8''.\, C\alpha\,.\, Ga : CA\,.\, G\alpha\,.\, Ka$.

Euler (Dioptr. To. III. p. 178.) giebt zu einem solchen Mikroskop folgende Maaße an

Brennweite CF	$= \frac{1}{2}$ Zoll	Entfernung GC	$= \frac{x}{32}$ Zoll
Brennweite von G	$= 1$ —	Entf. der Sache	
Oefnung - -	$= \frac{1}{2}$ —	von F, oder FA	$= \frac{8}{x}$ —
Brennweite von K	$= \frac{1}{3}$ —	Vergrößerung	$= x$ mal
Oefnung - -	$= \frac{1}{6}$ —	Tangente des Halb-	
Entfernung GK	$= \frac{1}{3}$ —	messers v. Gesichtsf.	$= \frac{1}{2x}$

Entf. des Auges OK = $\frac{1}{8}$ Zoll. Wahrer Durchmesser des übersehen. Raums oder 2 AB $= \frac{8}{x}$ Zoll.

Die rechter Hand stehenden Angaben sind unbestimmt, weil sie sich ändern, je nachdem man die Gläser stellt. Soll das Mikroskop z. B. 320mal vergrößern, so muß man G und C 10 Zoll weit von einander entfernen, und den Gegenstand $\frac{1}{40}$ Zoll von F abrücken; der Durchmesser des Raums, den man übersieht, ist auch $\frac{1}{40}$ Zoll. Begnügt man sich mit 160facher Vergrößerung, so wird GC nur 5 Zoll, AF und der Durchmesser des Gesichtsfelds an der Sache werden $\frac{1}{20}$ Zoll, u. s. f.

Um die Stellung der Gläser bequem ändern zu können, werden K und G, die immer einerley Lage gegen einander und gegen das Auge behalten, in eine Röhre zusammen befestiget, welche einige praktische Optiker den **Tubus des Mikroskops**, und G das Collectivglas dieses Tubus nennen. Die Linse C befindet sich alsdann am Ende einer andern Röhre, in welcher sich jener Tubus verschieben läßt. Die Künstler richten das Instrument so ein, daß sich bey C mehrere Linsen von verschiedenen Brennweiten einschrauben oder einlegen lassen, die sie mit Num. 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnen, damit man nach Gefallen schwächere oder stärkere Vergrößerungen wählen könne. Für alle diese Linsen dient einerley Tubus.

De la Fond (Dictionn. de phys.) beschreibt unter dem Namen des gewöhnlichen, ein Cuffisches Mikroskop, dessen Augenglas K 15 Lin., das Collectivglas G 30 Lin. Brennweite hat. Der Abstand beyder Gläser KG ist auch 30 Lin., der Abstand der Linse oder GC aber 60 Lin. Bey C kan man mehrere Linsen einsetzen, die von $\frac{1}{2}$ Lin. bis 6 Lin. Brennweite haben.

Aus diesen Angaben folgt $Ga = 30 - 15 = 15$ Lin.; $G\alpha = \frac{30 \cdot 15}{30 - 15} = 30$ Lin.; $C\alpha = 30 + 60 = 90$ Lin. Acht Zoll sind 96 Lin. Also ist (welche Linse man auch bey C

brauchen mag) die Vergrößerung im Verhältniße 96. 90. 15 zu CA. 30. 15, d. i. 288 : CA. Die Größe von CA aber kömmt auf die Brennweite der gebrauchten Linse an. Nemlich CA ist $= \frac{C\alpha.\ f}{C\alpha - f}$ oder hier $= \frac{90\ f}{90 - f}$. Wählt man die Linse von 6 Lin., so wird es $\frac{90.\ 6}{84} = 6\frac{3}{7}$; bey der Linse von 5 Lin. wird es $\frac{90.\ 5}{85}$ $5\frac{5}{17}$ Lin. seyn, u. s. w. Bey Berechnung der Vergrößerung setzt man insgemein CA der Brennweite der Linse gleich, weil der hieraus entstehende Fehler nicht groß ist, und so vergrößert in diesem Beyspiele die Linse von 6 Lin. im Verhältniße 288 : 6 oder 48mal (eigentlich 288 : $6\frac{3}{7}$ oder $44\frac{4}{5}$mal); die von 5 Lin. 288 : 5 oder $57\frac{3}{5}$ (eigentlich nur $54\frac{2}{5}$) mal; die von $\frac{1}{2}$ Lin. 576 (richtiger $572\frac{4}{5}$) mal. Nach diesem Beyspiele lassen sich auch Vergrößerungen und Stellungen anderer Mikroskope aus den gegebnen Brennweiten und Abständen der Gläser finden: allgemeine Formeln dafür aus den Schriften von der analytischen Dioptrik anzuführen, würde hier zu weitläuftig seyn.

Der Universitätsoptikus in Leipzig, Herr **Hofmann**, der sich durch Verfertigung guter Vergrößerungsgläser verdienten Ruhm erworben hat, legt denselben zween Tubos bey, die er mit den Buchstaben A und B bezeichnet, wovon B, der kürzere, zu den stärkern Vergrößerungen dient. Im Tubus A giebt **D. Pelisson** (Vergleichung der bekanntesten Vergrößerungsgl. in den Beschäftig. der berl. Gesellsch. naturforsch. Freunde. B. I. S. 343.) die Brennweiten der Gläser in rheinländischem Maaße 16 Lin. und 24 Lin., ihre Entfernung 40 Lin. die Distanz der Linse 35 Lin. an. In diesem Tubus stehen die Gläser (weil 16 + 24 = 40) so, daß ihre Brennpunkte zusammenfallen, wie im astronomischen Fernrohre. Er erfordert also Parallelstralen, um deutlich zu sehen, und so muß der Gegenstand in F. dem Brennpunkte der Linse, selbst liegen. $C\alpha$ und $G\alpha$ werden unendlich groß und gleich, und die Vergrößerung ist

96. 24 : CF. 16 = 144 : CF. Im Tubus B sind die Brennweiten 12 Lin. und 28 Lin., der Abstand der Gläser 24 Lin., der Abstand der Linse vom letzten Glase 54 Lin. Daraus findet sich Ga = 12 Lin.; $G\alpha = \frac{28.\ 12}{28-12} = 21$ Lin.; $C\alpha = 21 + 54 = 75$ Lin.; und die Vergrößerung 96. 75. 12 : CA. 21. 12 = 343 : CA. Eine Linse von 9 Lin. Brennweite sollte also mit dem Tubus A, 144 : 9 oder 16 mal, mit B, 343 : 9 oder 38 mal (richtiger 343 : 10, 2 oder 34 mal) vergrößern.

Um die Vergrößerung der Sache und des Gesichtsfeldes ohne Nachtheil der Deutlichkeit und Helligkeit höher zu treiben, hat man auch **Mikroskope** mit 4 und 5 Gläsern verfertiget. Die Theorie derselben handlet **Euler** (Mém. de l'acad. de Prusse. 1757. p. 283. 1761. p. 191. u. 201. auch in seiner Dioptrik) im Allgemeinen ab. **Pelisson** (a. a. O.) theilt die Abmessungen eines englischen vom ältern **Adams** verfertigten Werkzeugs mit, wo fünf Gläser zusammengesetzt sind, und die beyden obersten Ocularlinsen die Stelle einer einzigen vertreten. Ein holländischer in Paris wohnender Künstler, Namens **Dellebare**, übergab der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1777 eine Beschreibung seiner Mikroskope mit fünf Gläsern, die sich in verschiedene Entfernungen von einander mit verwechselten Stellungen bringen lassen. Sie erhielten den Beyfall der Akademie, und sind in **Brissons** und **de la Fond's** Wörterbüchern mit großem Ruhm umständlich beschrieben. **Pelisson** hingegen fand an einem Dellebarischen mit vier Gläsern versehenen Mikroskop, das fast im Marktschreyerton angepriesen und sehr theuer gekauft war, nichts vorzügliches, als das große Gesichtsfeld, das es von den beyden nahe zusammengebrachten Ocularen erhält. Ausserdem erklärt er es für eines der schlechtesten Werkzeuge.

Folgende aus **Eulers** Berechnungen entlehnte Regeln theilt Herr **Klügel** (Umständl. Anweisung, Fernröhre in größter Vollkommenheit zu verf. von **Nic. Fuß**. Leipz. 1778. gr. 4. S. 56.) mit.

Für das Mikroskop von drey Gläsern.
(Taf. XVII. Fig. 47.)

1. Die Brennweite des Collectivglases G muß 3mal so groß seyn, als die des Oculars K.

2. Der Abstand GC hängt von der Vergrößerung ab. Ist CA = $\frac{1}{2}$ Zoll, so ist GC etwas kleiner, als CF mit der Vergrößerungszahl multiplicirt, und mit 32 dividirt.

3. Der Abstand KG richtet sich nach der Güte des Auges. Für Presbyten ist er = 2 Ka.

4. Der Abstand des Auges OK ist etwas größer, als $\frac{1}{2}$ Ka.

5. Das Objectiv wird beynahe planconvex, mit der flachen Seite dem Gegenstande zugekehrt. Die beyden andern Gläser werden gleichseitig, und ihre Oefnung etwa der halben Brennweite gleich.

6. CA ist sehr wenig größer, als CF.

Für das Mikroskop mit vier Gläsern.

1. Die Brennweiten der drey Oculare, vom Objective an gerechnet, verhalten sich, wie 18, 10, 5.

2. Der Abstand des Objectivs vom ersten Ocular ist etwas kleiner, als die Brennweite des ersten Oculars mit der Vergrößerung multiplicirt, und durch 48 dividirt, die Entfernung des Objects zu $\frac{1}{2}$ Zoll angenommen.

3. Der Abstand der beyden ersten Oculare ist $\frac{4}{9}$ der Brennweite des ersten, und der Abstand des zweyten und dritten der halben Brennweite des letztern gleich. Die beyden letztern Oculare behalten diese Entfernung, sind aber für sich beweglich.

4. Der Abstand des Auges ist $\frac{1}{3}$ der Brennweite des letzten Oculars.

Die Helligkeit wächst mit der Oefnung der Objectivlinse und nimmt ab, wenn die Vergrößerung wächst. Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oefnung der Objectivlinse beträchtlich ab, so daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit starken Vergrößerungen

zu vereinigen, bey den Mikroskopen ungleich stärker wird, als bey den Fernröhren.

Euler hat daher vorgeschlagen, auch zu Mikroskopen achromatische Objectivlinsen aus mehreren Glasarten zu gebrauchen. Die Beschreibung einer solchen Linse von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite findet man in der erst angeführten Schrift des Herrn Fuß (S. 52 u. f.), wobey aber Herr Klügel erinnert, es sey kein Künstler im Stande, so dünne Gläser zu schleifen, als zur Zusammensetzung dieser Objectivlinse erfordert werden. Denn die Dicke der beyden Convexgläser müßte nicht über $\frac{2}{100}$, und die des Hohlglases nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen. Es scheint demnach unmöglich, den Vorschlag in dieser Maaße auszuführen.

Aepinus in Petersburg (Description des nouveaux microscopes inventés par Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1784. 8maj.) versuchte größere achromatische Gläser, wie man sie zu kleinen Fernröhren braucht, etwa von 7 Zoll Brennweite, zu Objectivlinsen zusammengesetzter Vergrößerungsgläser anzuwenden. Freylich geben Objectivgläser von so grossen Brennweiten ungemein lange Mikroskope; sie verstatten aber dafür auch, den Gegenstand weit vom Objectivglase zu entfernen, welches für die Erleuchtung desselben kein geringer Vortheil ist. Auch sind die erwähnten Versuche sehr glücklich ausgefallen. Im Grunde ist ein solches Instrument des Herrn Aepinus nichts anders, als ein weiter auseinander gezogenes Fernrohr, dergleichen schon das drebbelsche Mikroskop von 6 Fuß Länge war. Adams (Essay on the microscope p. 23.) will es lieber ein **mikroskopisches Fernrohr** nennen, und für keine neue Erfindung gelten lassen, weil es längst bekannt sey, daß weit ausgezogne Fernröhre nahe Gegenstände deutlich vergrößern, und Martin (Description and use of a polydynamic microscope) hiezu schon lange vor Aepinus kleine achromatische Perspective vorgeschlagen habe.

Der äussere Bau der zusammengesetzten Mikroskope hat theils die Stellung des Instruments gegen das Object, theils die bequeme Behandlung und Erleuchtung des leztern zum Zwecke. Da die geringste Verrückung des Gegen-

stands eine andere Stellung der Gläser erfordert, so muß man den gehörigen Punkt ganz genau treffen, und also die feinsten Veränderungen mit der Stelle des Gegenstands vornehmen können. Dies läst sich am besten durch Schrauben, oder durch Getriebe mit bezahnten Stangen erhalten. Ich kan hier nur einige solche Einrichtungen als Beyspiele anführen, da fast jeder Künstler andere Mittel erwählt.

Die ältern Einrichtungen der englischen Mikroskope findet man beym **Wolf** (Dioptr. Probl. 43. §. 434.) Die **Marshallische** ist darunter die erste, bey welcher zur Stellung ein viereckigter Stab angebracht ist, an dem sich das Mikroskop vermittelst einer Schraube auf und ab bewegen läst. Nach **Culpepers** Verbesserung ward das Instrument auf drey Füße gestellt, und der Gegenstand durch einen Hohlspiegel von unten auf erleuchtet. So beschreibt es **Baker** (The use of the Microscope made easy. Lond. 1743. 8. Das zum Gebrauch leicht gemachte Microscopium aus d. engl. v. J. L. St. (Steiner) Zürich, 1753. 8.) Baker fand es aber hernach selbst unbequem, und veranlaßte Herrn **Cuff**, die Marshallische Stange mit der Schraube wieder anzubringen, ob er gleich die Erleuchtung von unten durch den Hohlspiegel beybehielt. Hieraus entstand das so gewöhnliche **Cuffische Mikroskop**, welches **Baker** selbst (Employment for the Microscope. Lond. 1752. 8. Beyträge zum Gebrauch und Verbess. des Mikroskops a. d. Augsb. 1754. 8.), **Nollet**, **Brisson**, **de la Fond**, **Adams** (Essay on the microsc. p. 80.) und viele andere beschreiben.

Dieses **Cuffische Mikroskop** zeigt Taf. XVII. Fig. 48. Die Röhre A ist in die messingne Platte B eingeschraubt, welche an der Stange EF fest ist. Diese Stange läst sich an einer zweyten Stange C verschieben. Beyde Stangen reichen bis in die am Fußgestell feste Hülse OP. An der Stange C ist die Platte G fest. Diese ist in der Mitte durchlöchert, um durchsichtige Objecte in einer gläsernen Schale, einem Schieber, oder sonst einer durchsichtigen Unterlage aufzunehmen. Diese Objecte werden von unten her durch den Hohlspiegel M erleuchtet. T ist ein Convex-

glas, um undurchsichtige Gegenstände von oben her zu erleuchten, V eine Nadel, Insekten u. dgl. anzustecken. Die Stellung kan man dem Instrumente durch eine doppelte Bewegung geben. Um es stark zu verrücken, öfnet man die Druckschraube c, welche die Hülse I an die Stangen andrückt, so kan man die Stange EF mit der Platte B und dem Mikroskope nach Gefallen auf oder abschieben. Will man ihm aber nur eine feine Bewegung geben, so schraubt man c fest, und dreht die Stellschraube K, wodurch das Mikroskop so langsam auf oder ab bewegt wird, daß es ganz leicht ist, den Punkt zu finden, wo das Bild die gröste Deutlichkeit bekömmt. Brander (Beschreibung zweyer zusammengesetzten Mikroskope. Augsb. 1769. 8.) hat noch einige Verbesserungen an dieser Einrichtung angebracht. Der verstorbene Mechanikus Reinthaler in Leipzig gab der Röhre mit den Gläsern die Bewegung auf eine vortrefliche Art vermittelst eines kleinen Rades, welches mit seinen Zähnen sehr gleichförmig und sanft in die Zähne der Stange eingreift. Das ganze Werkzeug befestigte er an ein Kästchen, worein es mit allem Zubehör konnte zurückgebogen werden, welches den Gebrauch auf Reisen erleichtert. Dieser Mechanismus, welchen Herr Tiedemann in Stuttgard beybehalten hat, scheint mir unter allen der vorzüglichste zu seyn. Man kan auch, statt des Mikroskops, die untere Platte mit dem Objecte beweglich machen, wobey aber auch die Anstalten zur Erleuchtung immer bewegt werden müssen.

Mehrere Einrichtungen findet man in den Werken des Joblot (Description et usage de plusieurs nouveaux microscopes avec des nouvelles observ. Paris, 1718. 4.) des ältern Adams (Micrographia illustrata, or Knowledge of the microscope explained. London, 1. ed. 1747., 4th ed. 1771. 4.) und des jüngern Adams (Essay on the microscope, Lond. 1787. 4maj.). Der letztere beschreibt unter andern ein Lampenmikroskop von seines Vaters Erfindung, bey welchem der Sohn statt einer gewöhnlichen die jetzt so berühmte Argandische Lampe (s. Lampen) angebracht hat.

Vergleichungen mehrerer zusammengesetzten Mikroskope von verschiedenen neuern Künstlern haben **Pelisson** und neuerlich **Beseke** (Beob. und Entd. aus d. Naturf. von der berl. Ges. naturf. Freunde, II B. 1788. S. 117 u. f.) angestellt. Der erstere (im J. 1775.) lobt vorzüglich die Hofmannischen Gläser und den reinthalerischen Mechanismus: der letztere zieht das Mikroskop des Herrn Tiedemann allen übrigen vor. Es schien ihm sowohl in Absicht der Gläser und innern Güte, als auch in der feinen Arbeit, dem Mechanismus und der Vollständigkeit des Apparats, selbst die englischen von **Dollond** zu übertreffen. Herr Tiedemann hat seine Werkzeuge in einer gedruckten Nachricht (Stuttgard, 1785. 8.) beschrieben.

Spiegelmikroskope.

Als man die Metallspiegel so glücklich zu Vermeidung der Abweichungen in Fernröhren angewandt hatte, suchte man sie auch zur Verbesserung der Mikroskope zu gebrauchen. D. **Robert Barker** schlug hiezu in den philosophischen Transactionen einen Hohlspiegel vor, mit einem Augenglase, gegen welches die hohle Fläche des Spiegels gekehrt ist. Das Object steht vor dem Spiegel in einer solchen Entfernung, daß sein vergrößertes Bild in den Brennpunkt des Augenglases fällt. Es dient aber dieses Instrument nur zu kleinen und durchsichtigen Gegenständen; große und dunkle würden alles Licht auffangen, weil hier das Object selbst zwischen Spiegel und Glase steht, und also das Licht abhält.

Eine bessere Einrichtung welche Taf. XVII. Fig. 49. abgebildet ist, giebt Smith (Lehrbegrif der Optik, a. d. engl. durch **Kästner**, S. 448 u. f.) an. Sie hat einen großen Hohlspiegel ABCD, und einen kleinen Convexspiegel abcd, beyde nach einerley Krümmung geschliffen, und beyde in der Mitte durchbohrt. Bey jedem beträgt die Brennweite einen Zoll, und sie stehen $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander. Das Object OPQ wird ein wenig unter den kleinen Spiegel gestellt, so daß es zwischen Brennpunkt und Mittelpunkt des

großen liegt. Unter diesen Umständen würde der Hohlspiegel ein Bild der Sache in qpo machen, wenn nicht die dazu gehörigen Stralen vom Convexspiegel aufgefangen und zurückgeworfen würden. Sie gehen also wieder durch das Loch des Hohlspiegels durch, und weil ihre Convergenz durch den Convexspiegel vermindert ist, machen sie erst in einer ziemlichen Entfernung ein sehr vergrößertes Bild QPO, das im Brennpunkte des Augenglases G steht, und durch dasselbe betrachtet wird. D. Smith fand dieses Mikroskop sehr gut, obgleich die Spiegel nicht zum besten ausgearbeitet waren. Es sind aber diese reflectirenden Mikroskope überhaupt nicht in Gebrauch gekommen.

Gewisse Einrichtungen der Vergrößerungsgläser sind zu besondern Absichten bestimmt. Dahin gehören Ellis Aquatic-Microscope (Essay towards a natural history of Corallines. Lond. 1755. 4.), Lyonnet's anatomisches (Traité de la chenille, qui ronge le bois de saule. à la Haye, 1762. 4.), Withering's botanisches Mikroskop. Die gemeinen botanischen Vergrößerer oder Suchgläser bestehen aus 2 — 3 gewöhnlichen Loupen, die man einzeln, oder zwo zusammen statt einer einzigen, nach Gefallen brauchen kan. Adams (Essay on the microscope), der alle diese Werkzeuge beschreibt, schlägt zum Gebrauch für Botanisten ein kleines Fernrohr vor, das weiter ausgezogen alle Dienste eines Mikroskops thut, und die Bequemlichkeit verschaft, Pflanzen auf dem Felde in einiger Ferne, und ohne Gefahr einer Beschädigung des Auges, zu betrachten. Hieher gehört auch Lieberkühns bekannte Vorrichtung, den Kreislauf des Bluts u. dgl. in Fröschen durch ein einfaches Mikroskop zu beobachten (Mém. de l'Acad. de Prusse ann. 1745. To. I. p. 14).

Durch die Mikroskope hat man, besonders im Thier- und Pflanzenreiche, unzählbare ganz unerwartete Entdeckungen gemacht, deren Erzählung zur Naturgeschichte, und nicht hieher, gehört. Die ersten mikroskopischen Beobachtungen dieser Art sind von Stelluti (im J. 1625.), und betreffen die Theile der Biene. Viel weiter giengen schon Power (1664) und D. Hook (1665.). Ganze Schätze mi-

kroskopischer Entdeckungen aber findet man beym **Leeuwenhoek** (Arcana naturae detecta, Delphis, 1695. 4. nebst fünf Fortsetzungen von 1696 – 1719. Opera omnia, Lugd. Bat. 1722. 4.), **Nehemiah Grew** (Anatomy of plants. London, 1682. fol.), **Wolf** (Nützliche Versuche, Th. III. Cap. 6. Von dem, was die Vergrößerungsgläser zeigen), **Needham** (New Microscopical Discoveries, Lond. 1745. 8. franz. übers. Paris. 1750. 8.), **Ledermüller** (Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1760. gr. 4. Anhang, 1762. gr. 4.) **Gleichen**, genannt **Rußworm** (Neustes aus dem Reiche der Pflanzen, oder mikroskopische Unters. Nürnb. 1764. gr. Fol., ingleich. Auserlesene mikroskopische Entd. bey Pflanzen, Blumen rc. Nürnb. 1777 -- 1780. gr. 4.), **Hill** (The construction of timber. London, 1770. 8.), **Hedwig** (Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum, Petrop. 1784. 4maj.), **O. F. Müller** (Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Havn. 1786. 4.), ingleichen in den schon angeführten Schriften von **Joblot, Baker** und **Adams**.

Von den Mikrometern, die man bey den Vergrößerungsgläsern anbringt, s. das Wort: **Mikrometer**.

Montucla hist. des mathematiques. To. II. P. IV. L. 3.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 62. u. f. 164 u. f. 527.

Smith vollständiger Lehrbegrif der Optik, durch **Kästner** an mehrern Stellen.

Wolf Elem. Dioptricae in Elem. Math. vniu. Halae. 1715. 4. To II.

Brisson Dict. raisonné de Phys. art: *Microscope.*

Essay on the microscope, by. *G. Adams*. London, 1787. 4maj.

Milchstraße, Via lactea, Galaxia, *Voie-lactée, Voie de lait*. Ein lichter Streif oder Gürtel, welcher sich fast in der Lage eines größten Kreises rings um den ganzen Himmel erstreckt, an einigen Stellen breiter als an andern, an einigen einfach, an andern in mehrere Streifen

zertheilt ist. Die Sternbilder, welche dieser Streif durchschneidet, sind: Cassiopea, Perseus, ein Theil des Fuhrmanns, der Arm und die Keule des Orions, die Füße der Zwillinge, das Einhorn, das Schif, der Centaur, das Kreuz, das südliche Dreyeck, der Altar, Schwanz des Scorpions, Bogen des Schützens, der östliche Theil des Schlangenmanns, das Sobieskische Schild, der Schwanz der Schlange, der Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Cassiopea. Vom Orion bis zum Schif ist die Milchstraße am hellsten: vom Scorpion bis zum Schwan erscheint sie sehr breit und in mehrere nicht so helle Streifen zertheilt.

Nach Plutarchs Zeugniße hat schon **Demokrit** den Schein der Milchstraße von dem vereinten Schimmer einer großen Menge Fixsterne hergeleitet, die zu klein wären, um einzeln gesehen zu werden. Auch **Manilius** (Astronomicon L. I.) führt diese Meinung unter andern Muthmaßungen an:

An maior densa stellarum turba corona
Contexit flammas, et crasso lumine candet
Et fulgore nitet collato clarior orbis?

Nach Erfindung der Fernröhre ward dies von **Galilei** bestätigt, der viele Stellen der Milchstraße sogleich für Anhäufungen unzählbarer Sterne erkannte. Und obgleich noch die meisten Stellen dieses hellen Kreises, selbst durch die besten Fernröhre, ein bloßer Lichtschimmer bleiben, so ist es doch als entschieden anzusehen, daß das ganze Phänomen der Milchstraße von einer zahllosen Menge einzelner Sterne herrühre, die von unserm Standorte aus betrachtet, nach der Gegend dieses Kreises zu, in unermeßlichen Abständen und Reihen hinter und neben einander liegen.

Daß wir in den übrigen Gegenden des Himmels bey weitem nicht so viele Sterne sehen, das kan wohl nicht vom Zufalle herrühren; es scheint vielmehr eine eigne Anordnung in den Stellen der Fixsterne anzuzeigen. Gerade Linien, aus der Erde (oder überhaupt aus der Stelle un-

sers Sonnensystems) nach den Punkten der Milchstraße gezogen, müssen mehr Fixsterne treffen, als Linien nach andern Gegenden des Himmels. Da nun die Milchstraße nicht genau einen größten Kreis bildet, so fallen die aus dem Auge in ihre Punkte gezognen Linien nicht ganz in einerley Ebne, sondern sie bilden mit einander die Oberfläche eines stumpfwinklichten Kegels SAB, Taf. XVII. Fig. 50., in dessen Spitze S das Auge steht, und dessen Grundfläche der Kreis vom Durchmesser ACB, oder der Kreis der Milchstraße ist. Der Schöpfer scheint also die Fixsterne in einen Raum geordnet zu haben, der nach SE und SD zu enger begrenzt ist, nach SA und SB hingegen sich ringsum am meisten ausbreitet, d. i. in einen Raum, der eine abgeplattete linsenförmige Figur hat. Unser Sonnensystem, oder der Standpunkt S liegt nicht ganz in der Mitte dieses Raums, sondern näher an B, als an A, d. i. näher an dem Theile, wo wir den Adler sehen, weil daselbst die Milchstraße viel breiter und die Sterne zerstreuter erscheinen, als in der gegenüberstehenden Gegend A beym Orion. Hiedurch erhalten alle Fixsterne eine gemeinschaftliche Beziehung auf die Ebne der Milchstraße ACB, und auf deren Mitte C, welche vielleicht mit einer großen Sonne besetzt ist, um welche sich die übrigen nach gewissen Gesetzen bewegen. Vielleicht ist der Sirius diese Centralsonne des Fixsternsystems; wenigstens sehen wir ihn in der Linie SCF nach der Gegend zu, nach welcher uns, den Voraussetzungen gemäß, die Mitte des Raumes AEBD erscheinen müßte.

Diese erhabnen Muthmaßungen über die Ordnung der Fixsternwelt, hat **Lambert** (Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaus, Augsburg, 1761. 8.) zuerst gewagt, und sie scheinen durch neuere Beobachtungen immer mehr bestätiget zu werden, s. **Weltgebäude**.

Bode Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. Dritte Aufl. Berl. 1777. gr. 8. S. 656, u. f.

Mineralien, Fossilien, Körper des Mineral- oder Steinreichs, Corpora mineralia s. regni mineralis, Fossilia, *Mineraux*. Diejenigen unbelebten und unorganisirten natürlichen Körper, die blos dadurch entstehen, daß einfache feste Theile durch Ansatz von aussen zusammengehäuft, und mit einander verbunden werden (aggregata per iuxta-positionem).

Die meisten Mineralien sind weit älter, als die Revolutionen des Erdballs, von denen wir Spuren finden, s. **Erdkugel**, und vielleicht so alt, als die Erde selbst, von der sie den eigentlichen Stof ausmachen. Dennoch geschehen immerfort und noch jetzt im Mineralreiche Veränderungen und neue Erzeugungen, nicht allein durch gewaltsame Revolutionen des Wassers und der Vulkane, sondern auch durch allmählige Verwesung der organisirten Körper und durch Verwitterung der Mineralien selbst. Daß sogar noch immer neue Metalle und Erze erzeugt werden, zeigt Herr **von Trebra** (Erfahrungen vom Innern der Gebirge. p. 53. sq.). Er fand alte hölzerne Stempel, die etwa 200 Jahr in einem marienberger Schachte gelegen hatten, mit gediegnem Silber und Glaserz angeflogen.

Die Mineralien lassen sich füglich unter die vier Classen der **Erden, Salze, brennbaren Materiale** und **Metalle** bringen, von welchen in diesem Wörterbuche unter eignen Artikeln gehandlet wird. Die **Steine**, aus welchen die ältern Mineralogen eine eigne Classe machten, sind nichts, als verhärtete Erden, deren Theile durch einen stärkern Grad der Cohäsion verbunden sind. Als einen Anhang zu den Mineralien betrachtet man die **Versteinerungen** (Petrefacta), von welchen ebenfalls unter dem besondern Artikel **Petrefacten** gehandelt wird.

Die Mineralien sind erst nach **Linné** von **Wallerius** (Mineralogia. Stockh. 1747. 8. Systema mineralogicum. Holm. 1772. II. Vol. 8. teutsch von **Leske** und **Hebenstreit**, Berlin, 1781. II B. 8.) und **Cronstedt**

(Försök til Mineralogie, Stockh. 1758. 8. deutsch v. A. G. Werner, Leipz. seit 1780. 8.) in bequemere und vollständigere Systeme geordnet worden, wobey größtentheils die Beschreibungen nach den äussern Kennzeichen gemacht werden, zu deren richtiger und fester Bestimmung Herrn Werners vortrefliches Werk (Von den äussern Kennzeichen der Fossilien, Leipz. 1774. 8.) so viel beygetragen hat. Torbern Bergmann aber (Sciagraphia regni mineralis. Lipf. 1782. 8.) hat die Eintheilung und Ordnung der Fossilien mehr nach den chymischen Bestandtheilen einzurichten vorgeschlagen. Seinen Entwurf hat Kirwan (Elements of mineralogy. Lond. 1784. 8. deutsch mit Anm. v. Crell Berlin, 1785. 8.) sehr glücklich ausgeführt, ob er gleich in Verwerfung der äussern Kennzeichen allzuweit zu gehen scheint. Eine bequeme Uebersicht dieses Mineralsystems geben Cavallo's Tabellen (Two mineralogical tables. London. 1786. fol. deutsch von J. R. Forster, Halle, 1786. Fol.), auch ist demselben Herr Hofr. Blumenbach (Handbuch der Naturgeschichte, Dritte Ausg. Göttingen, 1788. 8.) in den die Mineralien betreffenden Abschnitten gefolgt.

Mineralwasser, f. Gesundbrunnen.

Mischung, Gemisch. Die Bedeutung dieses Worts f. im Art. Aggregat.

Mittag, Mittagsgegend, Meridies, Auster, Plaga meridionalis f. australis, *Midi*, *Sud*. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher Sonne und Gestirne aus unsern Ländern betrachtet, ihren höchsten Stand am Himmel erreichen.

Mittag, Mittagszeit, Meridies, *Midi*. Derjenige Zeitpunkt des Tages, an welchem der Mittelpunkt der Sonne seinen höchsten Stand hat, oder culminiret, d. i. durch den Mittagskreis geht, f. Culmination, bey welchem Worte auch von den Mitteln, den Augenblick des Mittags durch Beobachtung zu finden, etwas gesagt worden ist.

Die Astronomen fangen den Tag von dem Augenblicke des Mittags an, und zählen die Stunden von da aus bis zur 24sten, deren Ende auf den Mittag des folgenden Tages fällt. Nach der bürgerlichen Zeitrechnung, welche den Tag von Mitternacht anfängt, fällt der Mittag auf das Ende der zwölften Stunde: daher die zwölf ersten Stunden **Vormittagsstunden**, die zwölf letzten, welche man wieder von neuem zählt, **Nachmittagsstunden** heissen. Der Mittag selbst fällt in die Mitte des Tages, oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, und hat davon auch den Namen.

Die astronomische sowohl, als die bürgerliche Zeitrechnung, richtet sich nach dem **wahren Mittage**, den die Sonnenuhren, Gnomons und andere Beobachtungsmittel angeben. Von diesem unterscheidet man den **mitlern Mittag**, oder den Augenblick, in welchem es Mittag seyn würde, wenn die gerade Aufsteigung der Sonne sich völlig gleichförmig änderte, oder wenn jeder Tag von 24 Stunden eben so lang, als der andere, wäre. Der wahre Mittag erfolgt bald früher, bald später, als der mitlere, und die Zeitgleichung giebt an, um wieviel beyde für jeden Tag im Jahre aus einander sind, s. **Gleichung der Zeit.**

Mittagsfläche, Planum meridiani, *Plan du méridien.* Eine Ebne durch die Weltaxe und den Scheitelpunkt. Da sich die Himmelskugel täglich um die Weltaxe zu drehen scheint, so kömmt hiebey, den Sätzen der Sphärik gemäß, jeder ihrer Punkte dem Scheitel am nächsten, oder culminirt, wenn er sich in der gedachten Ebne befindet. Daher muß diese Ebne durch die Mittagsgegend gehen, s. **Mittag.** Sie heißt davon die Mittagsfläche, und ihr Durchschnitt mit dem Horizonte bestimmt daselbst den Mittagspunkt.

Taf. VIII. Fig. 2. stellt einen Durchschnitt der Himmelskugel vor, wobey die Fläche des Papiers selbst die Mittagsfläche ist. In dieser Fläche nehmlich liegen die Weltaxe PS, der Scheitelpunkt Z und das Nadir N, mithin auch die ganze Scheitellinie ZN.

Die Ebnen des Horizonts HR und des Aequators AQ stehen auf ihr senkrecht.

Wenn der Mittelpunkt der Sonne culminirt, d. i. im Augenblicke des wahren Mittags, liegen die Schatten lothrechter Stäbe auch in der Mittagsfläche, in welcher sich alsdann sowohl die Sonne, als die Scheitellinie, d. i. die Richtung eines jeden solchen Stabes, befindet.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian, Meridianus, *Méridien*, heißt am Himmel derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher durch beyde Weltpole und den Scheitelpunkt geht, oder der Durchschnitt der Mittagsfläche mit der scheinbaren Himmelskugel. Taf. VIII. Fig. 2. ist es der Kreis ZPRNHAZ, der die Figur begrenzt. In diesem Kreise erreichen die Gestirne bey der täglichen Umdrehung des Himmels ihren höchsten Stand über dem Horizonte, und wenn der Mittelpunkt der Sonne in ihm steht, ist es **Mittag.**

Der Mittagskreis theilt die ganze Fläche der Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die östliche und westliche Halbkugel (Hemisphaerium orientale et occidentale). Dem gegen Mittag, oder vom sichtbaren Weltpole hinweg, gekehrten Zuschauer liegt in unsern Ländern die östliche Halbkugel zur Linken, die westliche zur Rechten.

Von den beyden Durchschnittspunkten des Mittagskreises mit dem Horizonte heißt der vom Nordpole P abgekehrte, oder H, der **Mittagspunkt,** der entgegengesetzte R, der **Mitternachtspunkt.** Die um 90 Grad von diesen entfernten Punkte des Horizonts, der **Morgenpunkt** und **Abendpunkt,** sind die Pole des Mittagskreises.

Auf der künstlichen Himmelskugel wird dieser Kreis durch den Ring PAHSQR, Taf. XI. Fig. 71. vorgestellt, s. Himmelskugel, künstliche, und in 360 Grade u. s. w. getheilt, nach welcher Theilung sich auf ihm Pol-

höhe, Aequatorhöhe, Abweichungen der Gestirne ꝛc. angeben lassen.

Die Durchgänge der Gestirne durch diesen Kreis sind für den praktischen Astronomen sehr wichtig, s. Culmination, und der Durchgang des Mittelpunkts der Sonne bestimmt insonderheit den wahren Mittag und die wahre Zeit des Beobachtungsorts.

Mittagskreise der Erdkugel, Meridiane der Erde, Meridiani terrae ſ. terreſtres, *Méridiens de la terre.* Diesen Namen führen alle größte Kreise der Erdkugel, welche durch die beyden Pole derselben gehen. Durch jeden Ort der Erde, z. B. durch o, Taf. VIII. Fig. 2. kan man einen solchen Kreis opnsmo ziehen, der alsdann der Mittagskreis des Orts o genannt wird, s. **Erdkugel** (Th. II. S. 22.). Die erweiterte Fläche dieses Kreises ist für ebendenselben Ort die Mittagsfläche, und schneidet an der scheinbaren Himmelskugel den Mittagskreis ZPRNSHZ ab.

Mehrentheils versteht man aber unter dem Mittagskreise eines Orts o nur diejenige Helfte dieses größten Kreises, welche von einem Pole zum andern durch den Ort selbst geht, nemlich poms. Alsdann ist die andere Helfte snp der entgegengesetzte Meridian. Alle Orte, die im Meridiane poms liegen, haben auch am Himmel einerley Mittagskreis, mithin einerley Mittag und einerley Zeit. Die Orte der andern Helfte snp sehen die entgegengesetzte Helfte des Mittagskreises am Himmel, ihre Mittage also und ihre Zeitangaben sind um 12 Stunden von jenen unterschieden. Da also Orte, die in einerley Mittagskreise liegen, einerley Zeit zählen, so sagt man von Angaben, die für die Zeit eines gewissen Orts berechnet sind, sie seyen auf dessen Mittagskreis berechnet. So beziehen sich Keplers rudolphinische Tafeln, die aus Tychons Beobachtungen gezogen sind, auf den Meridian von Uranienburg, die Zeitangaben in Bode's astronomischem Jahrbuche auf den von Berlin, u. s. w.

Die Mittagskreise der Erde werden, wie alle Kreise, in 360 Grade getheilt. In solchen Graden und ihren Theilen wird die geographische Breite der Orte angegeben, s. Breite, geographische. Bey Untersuchungen, welche Rücksicht auf die abgeplattete Gestalt der Erdkugel zu nehmen erfordern, darf man diese Grade der Mittagskreise nicht mehr von gleicher Größe annehmen; sie sind nehmlich gegen die Pole zu größer, als gegen den Aequator, s. Erdkugel, unter dem Abschnitte: Abgeplattete Gestalt der Erde.

Orte, die in einerley Mittagskreise liegen, haben einerley geographische Länge. Die in verschiedenen Meridianen sind auch in der Länge verschieden, daher der Unterschied der Längen durch den Unterschied der Meridiane, d. i. durch den Unterschied der Zeit, bestimmt wird, s. Länge, geographische.

Mittagskreis, erster, Meridianus primus, *Premier Méridien.* Derjenige Mittagskreis der Erde, welcher durch den willkührlich gewählten Anfangspunkt des Aequators geht, oder den man als den ersten unter den übrigen betrachtet. Es kan nehmlich von einem Pole zum andern durch jeden Punkt des Aequators AQ, Taf. XII. Fig. 94. ein halber größter Kreis, wie PAp, PCp, PLp, PQp gezogen werden. Diese Halbkreise sind die Meridiane der Orte A, B, L, Q, und die zwischen ihnen enthaltenen Bogen des Aequators AC, CD, DQ die Unterschiede ihrer geographischen Längen. Will man nun absolute Größen dieser Längen angeben, so muß man sie sämmtlich von einerley Punkte des Aequators, z. B. von A aus, rechnen. Dann werden AC, AD, AQ die Längen der Orte B, L, Q; A selbst wird des Aequators Anfangspunkt, und der Mittagskreis PAp der erste unter den übrigen.

Da nun die Wahl des Punktes A ganz willkührlich ist, so hat man dem ersten Mittagskreise verschiedene Lagen gegeben. Die Alten zogen ihn ohngefähr durch die westlichsten ihnen bekannten Länder, Ptolemäus durch die

westwärts der afrikanischen Küste gelegnen canarischen Inseln (Insulas Fortunatas), von denen man die Erdfläche zu rechnen anfieng. Auch jetzt ist es noch gewöhnlich, den ersten Mittagskreis in diese Gegend zu legen. Man erhält dadurch, wenigstens auf den Landkarten, den Vortheil, daß die alte Welt ganz in die östliche, und die neue größtentheils in die westliche Halbkugel der Erde fällt, welches bey Planiglobien bequem ist, welche die Erdfläche in zwo nebeneinander liegenden Halbkugeln vorstellen, als wenn sie durch die Ebne des ersten Meridians zerschnitten wäre.

Gerhard Mercator auf seinen Karten, und nach ihm **Riccioli** (Geogr. reform. L. IX. cap. 2.) zogen den ersten Mittagskreis durch die canarische Insel **Palma**, und zwar durch den Hafen St. Cruz, weil Christoph Colom zu Entdeckung der neuen Welt aus demselben ausgeseegelt sey. **Wilhelm Blaeu** legte ihn weiter westwärts durch die azorischen Inseln Corvo und **Flores**, weil daselbst die Magnetnadel zu seiner Zeit keine Abweichung zeigte; nachher aber rückte er ihn selbst auf die canarische Insel **Teneriffa**, deren Pik als einer der höchsten Berge bekannt ist, worinn ihm nachher fast alle holländische Geographen gefolgt sind. Aber keine von diesen Bestimmungen ist recht schicklich, weil alle die angegebnen Gründe der Wahl mit der Idee vom ersten Meridian nicht die geringste Verbindung haben.

In Frankreich hingegen zog man diesen Kreis schicklicher durch den westlichsten Ort der canarischen Inseln, d. i. durch die westlichste Küste der Insel **Ferro** oder **Ferri** *(Isle de Fer)*. Um alle Unbestimmtheit aufzuheben, setzte Ludwig XIII. sogar durch einen Befehl vom 25sten April 1634 fest, daß die französischen Geographen und Seefahrer die Längen nie anders, als von da aus, rechnen sollten. Die Beobachtungen des **P. Feuillee** zeigten, daß die Stadt auf der Insel Ferro 19° 54′ 15″ westlicher liege, als der Mittagskreis der pariser königlichen Sternwarte, die Küste aber liegt nach **le Monnier** (Mém. de l'acad. 1742.) 8′ 15″ westlicher, als die Stadt; daher nach dieser

Lage des ersten Meridians die Sternwarte zu Paris eine Länge von 20° 2' 30" erhält.

Es ist aber der Leichtigkeit halber gewöhnlich worden, den ersten Meridian so zu legen, daß die Länge der pariser Sternwarte gerade 20° wird, und ihn also zwischen der westlichen Küste der Insel Ferro und der Stadt auf derselben hindurch gehen zu lassen. So wird er jetzt auf den meisten Landkarten angenommen, und so setzt ihn selbst de la Lande in der ersten astronomischen Tafel (Astronomie. To. I.). Doppelmayr auf einer homannischen Karte (Basis geographiae recent. astron.) legt den ersten Meridian $22\frac{1}{2}$° westwärts von Paris, weil dies gerade einen aliquoten Theil, nehmlich $\frac{1}{16}$, des Umkreises ausmache; er sagt aber, er habe den Ptolemäischen ersten Mittagskreis behalten, welcher in die Gegend von Ferro (*circa* insulam de Fer) falle. Wenn man diesen Ausdruck mit der Karte selbst vereinigen will, so muß man seinem *circa* einen Umfang vom $2\frac{1}{2}$°, d. i. von $37\frac{1}{2}$ Meilen unter dem Aequator, geben.

Es kömmt sehr wenig darauf an, wohin man den ersten Meridian legt, weil in der Ausübung ohnehin nicht absolute Größen, sondern nur Unterschiede der Längen gebraucht werden, s. **Länge, geographische**. Die Astronomen nehmen mehrentheils den Meridian ihrer Sternwarte für den ersten, so wie **Tycho** den von Uranienburg, **Flamstead** den von Greenwich, **Manfredi** den von Bologna u. s. w.

Lulofs Einl. zur mathematischen und physikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch Kästner. Gött. u. Leipz. 1755. gr. 8. §. 619. 620.

Mittagskreis, magnetischer, Meridianus magneticus, *Méridien magnétique.* Die Richtung der Magnetnadel geht nicht genau nach dem wahren Mitternachts- und Mittagspunkte, sondern weicht von derselben mehr oder weniger ab, s. **Abweichung der Magnetnadel**. Sie trift also verlängert andere Punkte des Horizonts. Ein größter Kreis der Himmelskugel durch diese Punkte

und den Scheitel geführt, heißt der magnetische Mittagskreis, und seine Ebne die magnetische Mittagsfläche. Diese letztere ist also eine über der Richtung der Magnetnadel errichtete Scheitelfläche, und ihr Durchschnitt mit der scheinbaren Himmelskugel giebt den magnetischen Mittagskreis. Die Lage des magnetischen Mittagskreises ist an jedem Orte der Erde eine andere, und selbst für einerley Ort im Fortgange der Zeit veränderlich.

Mittagslinie, Linea meridiana, *Méridienne*, *Ligne méridienne*. Eine nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspunkte gerichtete Horizontallinie; oder der Durchschnitt der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Taf. VIII. Fig. 2., wo die Ebne des Papiers die Mittagsfläche, und h r den scheinbaren Horizont des Orts o vorstellt, ist die Linie h o r zugleich die Mittagslinie. Ein kleines Stück derselben, nahe an o, kan man als einen Theil des durch o gehenden Mittagskreises der Erde selbst betrachten. Es ist eine gerade Linie, so lang es so klein bleibt, daß die Krümmung der Erde darinn nicht merklich wird. Verbindet man aber mehrere solche Stücken von Mittagslinien, z. B. für die Orte von o bis f mit einander, so machen sie endlich einen Bogen des Mittagskreises selbst aus, oder eine weit verlängerte Mittagslinie auf der Erdfläche krümmt sich in einen wahren Bogen des Meridians.

Die Mittagslinie ist zu astronomischen Beobachtungen unentbehrlich, und überdies zu mancherley Absichten im gemeinen Leben brauchbar. Sie dient z. B. zu Bestimmung der Weltgegenden, zu Verzeichnung der Sonnenuhren, zu richtiger Angabe der Zeit und Stellung aller Uhren überhaupt u. s. w. Unter den vielen Methoden, sie zu finden, will ich hier nur die gemeinste anführen. Auf einer wagrecht gestellten ebnen Fläche IKLM, Taf. XVII. Fig. 51., errichte man lothrecht den Stift CD. Um C beschreibe man mit willkührlichem Halbmesser einen oder mehrere concentrische Kreise. Einige Stunden vor

Mittag bemerke man genau die Punkte F, f, in welchen der Schatten der Spitze D durch die Peripherien dieser Kreise geht, und eben so einige Stunden nach Mittag die Punkte e, E, in welchen der Schatten eben dieser Spitze die gedachten Kreise wiederum durchschneidet. Halbirt man alsdann die Bogen fe, FE dieser Kreise in n und N, so werden die Punkte n, N in einer geraden Linie GCnNH liegen, welche durch C gehen, und die Mittagslinie des Orts seyn muß.

Man sieht leicht, daß durch dieses Verfahren eigentlich übereinstimmende Sonnenhöhen beobachtet werden: denn da die Punkte f und e (ingleichen F und E) in einerley Kreise um C liegen, so waren die Schatten des Stifts Vormittags bey f, und Nachmittags bey e gleich lang, mithin stand die Sonne beydemal gleich hoch. Da nun die Mittagsfläche zwischen den Gegenden, nach welchen die Gestirne auf der Morgen- und Abendseite gleiche Höhen erreichen, mitten inne steht, so ist eine mitten zwischen f und e, oder durch die Mitte des Bogens fe gezogne Linie durch C in der Mittagsfläche, und weil sie zugleich horizontal ist, die Mittagslinie. Es wäre hiezu schon ein Kreis um C hinreichend; blos der Genauigkeit halber werden mehrere genommen.

Diese Art, die Mittagslinie zu finden, ist einem kleinen Fehler unterworfen, weil die Sonne eine eigne Bewegung hat, nach der sie nicht den ganzen Tag über in einerley Parallelkreise bleibt, sondern von den Vormittagsstunden bis zu den nachmittägigen im Frühlinge etwas höher steigt, im Herbste ein wenig herabsinkt. Daher erreicht sie die übereinstimmenden Höhen nicht in völlig gleichen Abständen vom Mittagskreise. Es ist deswegen eine kleine Berichtigung nöthig, die aber beym gewöhnlichen Gebrauch ohne Bedenken unterlassen werden kan, und ganz wegfällt, wenn man zu diesem Verfahren die Zeit des Sommersolstitiums, oder der längsten Tage wählt. Genauer finden und prüfen die Astronomen ihre Mittagslinien, indem sie die übereinstimmenden Höhen der

Sonne oder der Firsterne, mittelst der Quadranten beobachten.

Von dem Gebrauche der Mittagslinie zu astronomischen Beobachtungen s. den Artikel: **Culmination.** Zu Abmessung der Grade auf der Erdkugel und überhaupt zu Verbesserung der geographischen Ortsbestimmungen sind Mittagslinien durch ganze Länder hindurch verlängert worden. Die berühmteste Unternehmung dieser Art ist die Verlängerung der Mittagslinie der pariser Sternwarte, welche von **Picard** angefangen, von **Johann Dominicus Cassini** in den Jahren 1700 und 1701 südwärts bis Collioure an den Pyrenäen, und von **Jacob Cassini, Maraldi** und **de la Hire** 1718 nordwärts bis Dünkirchen, zusammen durch einen Bogen von $8^\circ\ 31'\ 6\frac{1}{2}''$ des Mittagskreises der Erde, fortgesetzt ward (s. *Jaques Cassini* Tr. de la figure et de la grandeur de la terre, in der Suite des Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1718., auch besonders herausgegeben Amst. 1723. 8). Um diese Mittagslinie auf der Sternwarte selbst kennbar zu machen, sind Obelisken gesetzt, die von da aus am Gesichtskreise den wahren Mittags- und Mitternachtspunkt bezeichnen (s. *le Monnier* in Mém. de l'acad. des sc. 1743.).

Unter den zu astronomischen Beobachtungen bestimmten Mittagslinien sind mehrere mit einem **Gnomon**, d. i. mit einer Veranstaltung versehen, durch welche um die Zeit des Mittags ein Bild der Sonne auf die Mittagslinie fällt. Eine der ältesten Vorrichtungen dieser Art ist der von **Egnaz Dante** zu Bologna 1575 errichtete, vom ältern Cassini 1655 wiederhergestellte, 1695 aufs neue geprüfte, und durch ein vortrefliches Werk des **Manfredi** (De gnomone Bononiensi. Bonon. 1736. 4.) berühmt gewordene Gnomon. Ein anderer ist in der Kirche St. Sulpice zu Paris von **Sully** errichtet, und von **le Monnier** (Mém. de l'acad. de Paris, 1743.) verbessert worden. Die Oefnung, wodurch das Sonnenlicht einfällt, hat zu Bologna 1000 Zoll, zu Paris 70 Fuß Höhe. Bey dem großen Abstande des Bildes von der Oefnung, unter welcher die Mittagslinie anfängt, kan man die geringsten Ver-

änderungen sowohl in der Höhe der Sonne, als in der Zeit ihrer Culmination, sehr genau bemerken, daher diese Vorrichtungen unter die vornehmsten Werkzeuge der praktischen Sternkunde gehören.

Picard (Voyage d'Uranibourg. à Paris, 1680. fol.) fand die Mittagslinie von Uranienburg um 25 Min. 40 Sec. anders gerichtet, als sie **Tycho** angegeben hatte. Einige, z. E. **Wallis**, schlossen daraus, daß sich die Lage der Weltgegenden mit der Zeit ändere. Man hat aber diese Vermuthung ungegründet befunden, s. **Weltgegenden.**

Mittagspunkt, Südpunkt, Meridies, Auster, *Midi, Sud.* Der Durchschnittspunkt des Mittagskreises mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche vom Nordpole abgekehrt ist. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden bestimmt werden, s. **Weltgegenden.** Die Schiffer nennen ihn **Süden.** Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mittagsgegend**, und man sagt von dem, was sich daselbst zuträgt, es geschehe gegen **Mittag.** Von diesem Punkte aus wird im Horizonte das Azimuth der Gestirne gerechnet, s. **Azimuth.**

Mittel, Medium, *Milieu.* Man hat dieses Kunstwort in der Naturlehre angenommen, um dadurch Materien zu bezeichnen, mit welchen andere Körper umgeben sind, und worinn sie sich bewegen, oder in welchen sonst Bewegungen fortgepflanzt werden. So nennt man die Luft das Mittel, in welchem wir leben; Wasser das Mittel, in welchem sich die Fische bewegen, Glas, Luft, Wasser u. dergl. durchsichtige Mittel, wodurch sich das Licht fortpflanzt. Wenn ein Lichtstral aus Glas in Luft oder Wasser übergeht, so sagt man, er gehe aus einem Mittel in das andere, u. s. w. Man betrachtet den Widerstand, den die Bewegung der Körper von der umgebenden Materie leidet, unter dem Namen des **Wider-**

stands der Mittel (resistentia mediorum) s. Widerstand.

Mittelpunkt, Centrum, *Centre.* In der Geometrie heißt Mittelpunkt des Kreises oder der Kugel derjenige Punkt, welcher von allen Punkten des Umkreises oder der Kugelfläche gleich weit absteht; Mittelpunkt einer regulären Figur oder eines regulären Körpers der, welcher von allen Winkel- oder Eckpunkten gleich weit absteht. Und überhaupt, wenn sich eine Figur oder ein Körper durch eine gerade Linie oder ebne Fläche in gleiche und ähnliche Helften theilen läßt, so heißt der Punkt, der diese Linie halbirt, oder den Mittelpunkt des Durchschnitts ausmacht, der ganzen Figur oder des ganzen Körpers Mittelpunkt. So kan man sich auch in manchen irregulären Figuren und Körpern, z. B. Parallelogrammen, Ellipsen, Prismen, Cylindern, Ellipsoiden u. dergl. einen Mittelpunkt gedenken. Dieser heißt **Mittelpunkt der Größe** (centrum magnitudinis); es ist aber nicht bey allen Figuren und Körpern ein solcher Punkt gedenkbar.

Bey physikalischen und mathematischen Untersuchungen wird das Wort Mittelpunkt noch in vielerley andern Bedeutungen gebraucht. Wenn nehmlich gewiße zusammengesetzte Wirkungen eben so erfolgen, als ob die Summe aller ihrer Ursachen in einem einzigen Punkte vereinigt wäre, so erleichtert es die Betrachtungen sehr, wenn man in Gedanken die Ursachen wirklich in diesen Punkt versetzt, der alsdann den Namen eines **Mittelpunkts** erhält. So sind die meisten der folgenden Benennungen entstanden, die ich hier in alphabetischer Ordnung aufstelle.

Mittelpunkt der Anziehung, oder der Gravitation, Centrum attractionis s. grauitationis. *Centre d'attraction ou de gravitation.* Derjenige Punkt des anziehenden Körpers, nach welchem die Richtung der ganzen Anziehung gehet. Man setze z. B. der Körper B, Taf. XVII. Fig. 52. werde von allen Theilen der Kugel A angezogen. Diese Theile D, E, F ziehen ihn nach BD, BE, BF, jeder nach einer andern Richtung, jeder auch mit an-

derer Stärke, wegen ihrer verschiedenen Entfernungen von B. Wenn nun die Totalsumme aller dieser einzelnen Anziehungen darauf hinausläuft, daß der Körper B so stark gegen C gezogen wird, als ob alle Theile D, E, F u. s. w. zusammen aus dem Punkte C auf B wirkten, so heißt C der **Mittelpunkt der Anziehung**. Das Wort Anziehung ist hier blos wegen des leichtern Vortrags gewählt, und kan, wenn es mißfällt, mit dem schicklichern Namen Gravitation vertauscht werden.

Newton hat im ersten Buche seiner Principien die Mittelpunkte der Anziehung für verschiedene Fälle berechnet. Wenn A eine Kugel ist, und in gleichen Abständen vom Mittelpunkte C gleiche Dichtigkeit hat, so giebt es zween Fälle, in welchen C selbst der Mittelpunkt der Anziehung wird, nehmlich 1. wenn sich die Anziehungen von D, E, F, direct, wie die Abstände BD, BE, BF verhalten, 2. wenn sie sich umgekehrt, wie die Quadratzahlen dieser Abstände verhalten. Hängt die Stärke der Anziehuug nach andern Verhältnißen von der Entfernung ab, so kan die Stärke der ganzen Anziehung nicht mehr so berechnet werden, als ob die ganze anziehende Masse in C beysammen wäre.

Da in der Natur alle Materie gegen einander nach dem unter Num. 2. angeführten Gesetze schwer ist, und die Himmelskörper als Kugeln angesehen werden können, die gleich weit von ihren Mittelpunkten gleich dicht sind, so kan man bey den Berechnungen der **Gravitation** die ganzen Massen der Himmelskörper in ihren Mittelpunkten vereinigt annehmen.

Bey der Schwere der Erdkörper kömmt hier die abgeplattete Gestalt der Erde in Betrachtung. Wäre sie eine vollkommne Kugel und in concentrischen Schichten um ihren Mittelpunkt gleich dicht, so würde auch hier ihr Mittelpunkt der Größe mit dem **Mittelpunkte der Schwerkraft** *(Centre des graves)* einerley seyn. Die Abplattung aber verursacht Abweichungen hievon; und die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere überall lothrecht auf der Horizontalebne, oder auf der Tangente des Umkreises

stehet; daher sie den Mittelpunkt des Sphäroids nur unter den Polen und im Aequator treffen kan, an allen übrigen Stellen der Erdfläche aber neben ihm vorbeygehet, s. Erdkugel.

Mittelpunkt der Bewegung, Centrum motus, *Centre de mouvement.* Der Punkt, um welchen einer oder mehrere Körper sich bewegen, und Kreise oder Kreisbogen beschreiben, z. B. der Ruhepunkt am Hebel, der Aufhängungspunkt beym Pendel u. s. w.

Mittelpunkt des Gleichgewichts, Centrum aequilibrii s. aequilibrationis, *Centre d'équilibre.* In einem Systeme von Körpern, die von Kräften getrieben werden, und durch Fäden, Hebel u. dergl. mit einander verbunden sind, heißt derjenige Punkt, in welchem man das System unterstützen muß, wenn es im Gleichgewichte seyn soll, der **Mittelpunkt des Gleichgewichts.** Es ist nehmlich soviel, als ob alle Massen und alle Kräfte des Systems in diesem Punkte beysammen wären.

Wenn die Massen blos von der Schwere getrieben werden, so heißt dieser Punkt der Schwerpunkt, oder der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Systems, s. **Schwerpunkt.** Dies ist aber nur ein besonderer Fall, und wenn andere beschleunigende Kräfte ausser der Schwere wirken, ist der Mittelpunkt des Gleichgewichts nicht allezeit mit dem Schwerpunkte einerley.

Mittelpunkt der Kräfte, s. **Centralbewegung.**

Mittelpunkt der Masse oder der Trägheit, Centrum massae s. inertiae, *Centre de masse ou d'inertie.* Diesen Namen kan man mit **Euler** (Theoria motus corp. rigid. §. 285.) dem Schwerpunkte beylegen, weil man denselben oft in Fällen braucht, wo an keine Schwere gedacht wird, wo also der gewöhnliche Name anstößig seyn könnte. Die Schlüsse nehmlich, durch welche der Schwerpunkt gefunden wird, lassen sich eben so anbringen, wenn in die Masse eines Körpers eine andere beschleunigende Kraft wirkt, die größer oder kleiner ist, als die Schwere, wofern diese Kraft nur auf alle Theile gleich stark und in paralle-

len Richtungen wirkt. Wenn z. B. eine Kugel auf einer schiefen Ebne herabrollt, oder ein horizontaler Wind auf einen Mühlenflügel wirkt, so kan man die ganze Wirkung im Mittelpunkte der Kugel oder im Schwerpunkte des Mühlenflügels vereinigt annehmen. Aber diese Punkte heissen hier schicklicher Mittelpunkte der Masse oder der Trägheit. Man s. **Kästners** höhere Mechanik, 3ter Abschn. §. 228.

Mittelpunkt, phonischer, Centrum phonicum, *Centre phonique.* Der Ort, an welchen sich bey einem Echo, das mehrere Sylben wiederholt, die redende Person stellen muß.

Mittelpunkt, phonokamptischer, Centrum phonocampticum, *Centre phonocamptique.* Der Ort, von welchem beym Echo der Schall zurückgeworfen wird.

Mittelpunkt der Schwere, s. **Schwerpunkt.**

Mittelpunkt des Schwunges, Schwingungspunkt, Centrum oscillationis, *Centre d'oscillation.* Derjenige Punkt eines zusammengesetzten Pendels, in welchem die ganze schwere Masse des Pendels vereiniget, um eben den Aufhängungspunkt eben so schnelle Schwünge machen würde, als das zusammengesetzte Pendel selbst macht. Taf. XVII. Fig. 53. sey CD ein einfaches, CE ein zusammengesetztes Pendel, die beyde gleich schnell schwingen. Man nehme CO = CD, so ist O der Mittelpunkt des Schwunges für das Pendel CE.

Man braucht daher bey einem zusammengesetzten Pendel CE blos den Mittelpunkt des Schwunges O zu kennen, um seine ganze Theorie auf die Lehre vom einfachen Pendel zurückzuführen. Es schwingt vollkommen so, wie ein einfaches von der Länge CO, in dessen Punkt O die ganze Masse von CE zusammen gebracht ist. **Huygens** (Horologium oscill. Paris. 1673. fol. p. 93.) hat diese Art, die Sache zu betrachten, zuerst eingeführt, und Methoden angegeben, den Mittelpunkt des Schwungs zu finden.

Die Aufgabe von den Schwingungen zusammengesetzter Pendel von bestimmter Figur hatte der **P. Mer-**

senne schon 1646 den Mathematikern zur Auflösung vorgelegt und besonders Descartes, Robervaln und den damals noch jungen Huygens dazu aufgefordert. Ob sie gleich die Kräfte der damaligen Mechanik überstieg, fanden dennoch Descartes und Roberval Auflösungen für einzelne Fälle, die von einander verschieden waren. Sie führten darüber einen ziemlich heftigen Streit, worinn beyde Unrecht hatten. Was sie nehmlich fanden, war eigentlich Mittelpunkt des Stoßes, der nur zufälliger Weise in diesen Fällen mit dem Mittelpunkte des Schwunges einerley ist. Huygens war weit glücklicher, betrachtete die Sache von der rechten Seite und fand zuerst eine richtige allgemeine Theorie, welche folgenden Satz lehrt.

Man dividire das Moment der Trägheit des Pendels für den Punkt C, durch das statische Moment desselben für eben diesen Punkt, der Quotient giebt den gesuchten Abstand CO.

Ex. An der geraden Linie ohne Schwere CD, Taf. XVII. Fig. 54. schwingen um C, die Massen A, B, D. Man sucht CO oder den Abstand des Mittelpunkts des Schwunges O. Die Momente der Trägheit um C sind $CA^2 . A, CB^2 . B, CD^2 . D$, s. **Moment der Trägheit.** Die statischen Momente um C sind $CA . A, CB . B, CD . D$, s. **Moment, statisches.** Daher

$$CO = \frac{CA^2 . A + CB^2 . B + CD^2 . D}{CA . A + CB . B + CD . D}.$$

Für ganze Körper, welche nicht blos in einzelnen Punkten A, B, D, sondern überall schwere Masse haben, sucht man die Momente nach den Regeln, die unter den angeführten Artikeln dieses Wörterbuchs vorgeschrieben sind. Ist z. B. CD eine durchaus gleich dichte prismatische Stange von der Masse M, so ist ihr Moment der Trägheit um C $= \frac{1}{3} M . CD^2$; ihr statisches Moment $= \frac{1}{2} M . CD$. Folglich $CO = \frac{2}{3} CD$. Ist D der Mittelpunkt einer Kugel vom Halbmesser r, und der Masse M, und CD ein Faden, dessen Gewicht man vernachläßigen kan, so ist das Moment der Trägheit der Kugel $= (CD^2 + \frac{2}{5} r^2)$. M, das

statische] Moment = C D. M; mithin $CO = CD + \frac{2}{5} r^2 : CD$.

Huygens bewieß diese Theorie durch Voraussetzung des Grundsatzes: daß verbundene einzelne Massen durch den Fall soviel Kraft erlangen, daß ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt wieder eben so hoch steigen kan, so tief er gefallen ist, welchen Satz man insgemein den Grundsatz der aufsteigenden Kräfte nennet. Jacob Bernoulli (Mém. de l'acad. des sc. 1703. Opp. Jac. Bern. p. 98.) leitete sie zuerst durch ein völlig strenges Verfahren, das aber für zusammengesetzte Fälle etwas weitläuftig wird, aus der Lehre vom Hebel her. Johann Bernoulli (Act. erud. Lips. 1714. und Opp. Jo. Bern. To. II. n. 96. und To. IV. n. 177.) handlet die Sache weit leichter und allgemeiner ab, und ihm ist Herr Kästner (Anfangsgr. der höhern Mechanik, III Abschn. §. 6. u. f.) größtentheils gefolgt. Euler (Theoria motus corp. rigid. Cap. VI. VII.) trägt diese Lehre als eine Anwendung seiner allgemeinen Theorie von der Umdrehung fester Körper um eine unbewegliche Axe vor.

Mittelpunkt des Stoßes, Centrum percussionis, *Centre de percussion.* Diejenige Stelle eines bewegten Körpers, wo man sich seinen völligen Stoß vereinigt vorstellen kan, so, daß dasjenige, worauf diese Stelle stößt, den ganzen Stoß des Körpers empfindet, und seine fernere Bewegung, wenn es nicht ausweicht, gänzlich aufhält. Bey einem Körper, dessen Punkte sich alle nach parallelen Linien mit gleichen Geschwindigkeiten bewegen, ist dieser Mittelpunkt des Stoßes mit dem Schwerpunkte einerley.

Wallis (Mechan. Cap. XI. prop. 15.) hat den Mittelpunkt des Stoßes zuerst betrachtet, und nennt ihn punctum percussionis maximae. Man kan aber unter diesem Ausdrucke auch den Punkt verstehen, mit dem der Körper stoßen muß, wenn er einem andern beweglichen die größte Geschwindigkeit mittheilen soll. Wenn sich die Masse des Körpers nicht nach parallelen Richtungen bewegt, sondern

sich um eine feste Axe dreht, so sind diese beyden Punkte nicht allemal einerley.

Wallis hat das Wort in dem zuerst angeführten Sinne genommen, so wie auch die beyden Bernoullis: Euler (in Robins erläuterter Artillerie S. 182.) nimmt es im leztern. Wallis betrachteter aber blos den Stoß einer Ebne, die sich um eine in ihr selbst befindliche Axe dreht, in welchem Falle die Mittelpunkte des Stoßes und des Schwunges einerley sind. Er fand also eben die Formel, durch welche man den Mittelpunkt des Schwunges bestimmt. Dadurch hat sich Stone (Analyse des infiniment petits trad. de l'Angl. par *Rondet*. Paris, 1735. 4. Sect. VII. p. 131.) verleiten lassen, beyde Mittelpunkte überhaupt für einerley anzunehmen, welches auch sogar Jacob Bernoulli (Opp. To. II. n. C. p. 951.) behauptet. Johann Bernoulli aber (Opp. To. IV. n. 170. p. 180. sq.) erinnert sehr richtig, daß diese Uebereinstimmung nur zufällig sey, und bloß für einige besondere Fälle statt finde. Ausführlicher trägt die Theorie von den Mittelpunkten des Stoßes Karsten (Lehrbegriff der gesammten Math. IV. Theil, Mechanik, im XVIII. Abschnitte) vor.

Mittelpunkt der Umdrehung, Centrum rotationis, *Centre de rotation*. Derjenige Punkt, um welchen sich ein Körper drehet. In den meisten Fällen kan man das so nennen, was sonst Mittelpunkt der Bewegung heißt, z. B. den Ruhepunkt, um den sich der Hebel dreht, den Aufhängungspunkt, um den das Pendel schwingt, u. s. w.

In einer besondern Bedeutung aber heißt freywilliger **Mittelpunkt der Umdrehung** (centrum rotationis spontaneum, *centre spontané de rotation*) derjenige Punkt, welcher unbewegt bleibt, und um welchen sich der Körper zu drehen anfängt, wenn er einen eccentrischen Stoß erhält, d. i. einen solchen, dessen Richtung nicht durch den Schwerpunkt geht. Durch einen solchen Stoß nehmlich erhält der Körper nicht allein eine fortgehende Bewegung (motum progressiuum) aller seiner Theile, sondern auch

eine Umdrehung (motum rotationis), welche für jeden Theil so stark ist, als sie bey eben dem Stoße seyn würde, wenn der Schwerpunkt festgehalten würde. Dabey muß es nun in der Ebne, in welcher die Richtung des Stoßes und der Schwerpunkt liegen, nothwendig einen Punkt geben, der durch die fortgehende Bewegung eben so weit vorwärts, als durch die Umdrehung rückwärts geführt wird, der also ruht, indem sich die übrigen wirklich bewegen. Diesem Punkte hat Johann Bernoulli (Opp. To. IV. n. 177. p. 265. sq.) den angeführten Namen gegeben. Er ändert sich bey fortdaurender Bewegung alle Augenblicke, und alle Punkte der gedachten Ebne, die vom Schwerpunkte gleich weit abstehen, werden der Reihe nach solche freywillige Mittelpunkte der Umdrehung.

Kästner höhere Mechanik, III. Abschn. an mehrern Stellen.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Math. IV. Theil, Mechanik der festen Körper, XI und XVIII. Abschn.

Brisson Dict. raiſ. de phyſique. Art. *Centre.*

Mittelsalze, Salia media. Sonst gab man diesen Namen ohne Unterschied allen zusammengesetzten Salzen, die aus Verbindung der Säuren mit Laugensalzen oder mit absorbirenden Erden entspringen, wenn diese Verbindung bis zur Sättigung getrieben wird. Es war der allgemeine Name der ganzen Classe, die man wieder in **vollkommne** oder **wahre Mittelsalze** aus Verbindung der Säuren mit Laugensalzen, und **unvollkommne, analogische** oder **erdichte Mittelsalze** (Salia media terrestria) aus Verbindung der Säuren mit Erden eintheilte. Die Worte **Mittelsalz** und **Neutralsalz** (Sal neutrum, *Sel neutre*) waren ganz synonymisch.

Bergmann aber (Ausg. von **Scheffers** chemischen Vorles. übers. von D. C. E. **Weigel**, Greifsw. 1779. 8. S. 5 und 99. ingl. Sciagraphia regni mineralis) unterscheidet Neutral- und Mittelsalze, und versteht unter den letztern blos diejenigen, welche aus Verbindung der Säuren mit **Erden** entspringen, und sonst unvollkommne

oder erdichte genannt wurden. Ihm folgen auch die meisten Chymiker.

Die Mittelsalze sind in ihrer äussern Beschaffenheit den Neutralsalzen sehr ähnlich, unter einander selbst aber im Geschmacke, Auflösbarkeit, Krystallengestalt, Fähigkeit, sich zu krystallisiren, Verhalten in der Luft u. s. w. verschieden. Jede eigenthümliche Erde bringt mit einer bestimmten Säure ein eignes von den andern unterschiednes Mittelsalz hervor, daß also die Anzahl der Mittelsalze dem Produkte aus den Anzahlen der Säuren und absorbirenden Erden gleich ist.

Man giebt den meisten Mittelsalzen Namen, die von der darinn befindlichen Säure hergenommen sind, mit dem Zusatz der dazu genommenen Erde, z. B. **Thonsalz** aus Kochsalzsäure und Thonerde, **bitteres Weinsteinsalz** aus Weinsteinsäure und Bittersalzerde. Die aus der Vitriolsäure bekommen besondere Namen. Diese Säure nehmlich giebt mit der Kalkerde den **Selenit**, mit der Bittersalzerde das **Bittersalz**, mit der Thonerde den **Alaun**, mit der Schwererde den **Schwerspath**.

Zu den Mittelsalzen gehören auch die aus Verbindung der Säuren mit den metallischen Erden entsprungenen, die man **Mittelsalze mit einem metallischen Grundtheile** nennet.

Bey der Verbindung einer Säure mit einer absorbirenden Erde findet man den Sättigungspunkt, indem man die Erde nach und nach zu der flüßigen Säure trägt, bis sie nicht mehr davon aufgelöset wird, und das Ueberflüßige zu Boden fällt. Dieses wird alsdann durch Filtriren abgeschieden, und das Mittelsalz aus der Auflösung durch Krystallisiren oder Abrauchen erhalten.

Gren systematisches Handbuch der Chemie, Th. I. §. 227. u. f.

Mitternacht, Mitternachtsgegend, Septemtrio, Boreas, Plaga Septemtrionalis s. borealis, *Septentrion, Nord.* Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher der in unsern Ländern sichtbare Weltpol steht, und

wo die bey uns nicht untergehenden Gestirne erscheinen. Unter diese Gestirne gehören auch die unter dem Namen des Himmelswagens bekannten sieben Sterne im großen Bär, welche die Alten die sieben dreschenden Rinder (Septem Triones) nannten, wovon die lateinische Benennung der Gegend entsprungen ist.

Mitternacht, **Mitternachtszeit**, Media nox, *Minuit.* Derjenige Zeitpunkt der Nacht, in welchem der Mittelpunkt der Sonne den tiefsten Stand unter dem Horizonte hat, oder in der unsichtbaren Helfte des Mittagskreises steht. Da die Sonne von hier aus eben soviel Zeit zum Aufsteigen an den Horizont nöthig hat, als sie vom Untergange bis dahin zum Niedersinken brauchte, so halbirt dieser Augenblick die Dauer der Nacht, und hat daher seinen Namen.

Die Mitternacht ist um zwölf Stunden wahrer Sonnenzeit von den Mittagen des vorhergehenden und folgengenden Tages unterschieden; und die bürgerliche Zeitrechnung fängt den Tag von dem Augenblicke der Mitternacht an.

Mitternachtspunkt, **Nordpunkt**, Septemtrio, Boreas, *Septentrion*, *Nord.* Der Durchschnittspunkt des Mittagskreises mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche gegen den Nordpol zugekehrt ist. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden bestimmt werden, s. **Weltgegenden**. Die Schiffer nennen ihn **Norden**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mitternachtsgegend**, und man sagt von dem, was sich daselbst zuträgt, es geschehe **gegen Mitternacht**.

Mittheilung, Communicatio, *Communication.* Wenn ein Körper durch Verbindung mit einem andern seinen Zustand oder seine Eigenschaften so ändert, daß von diesem Zustande oder von diesen Eigenschaften etwas in den andern Körper überzugehen scheint, welches der erste

verliert, so nennt man dieses Phänomen eine **Mittheilung**. So theilt ein bewegter Körper andern, an die er stößt, einen Theil seiner Bewegung, ein wärmerer Körper kältern, die er berührt, einen Theil seiner fühlbaren Wärme, ein elektrisirter Körper den Leitern, gegen die er Funken schlägt, einen Theil seiner Elektricität mit, u. s. w. s. **Stoß**, **Wärme**, **Elektricität**.

Ob hiebey wirklich etwas aus einem Körper in den andern übergehe, läßt sich nicht in allen Fällen entscheiden. Bey den Mittheilungen der Wärme und der Elektricität scheint es zu geschehen: wenigstens rühren diese Phänomene, den angenommenen Erklärungen nach, von Materien her, die nach einem gewissen Gleichgewichte streben, und so lange dieses nicht erreicht ist, aus dem einen Körper, der mehr hat, in den andern übergehen, der weniger hat.

Bey der Mittheilung der Bewegung aber kan man nicht sagen, daß aus dem bewegten Körper irgend etwas wirkliches in den andern übergehe. Die Bewegung selbst ist doch blos ein Zustand der Körper, und daß sie von einem an den andern abgegeben werde, läßt sich nur in figürlichem Verstande sagen. Man hat behaupten wollen, es sey die lebendige **Kraft**, welche als etwas ganz eignes und substantielles den bewegten Körpern zu Theil werde, und sich nach gewissen Gesetzen unter mehrere einander stossende vertheile: solche Vorstellungen aber haben die Lehre von der Bewegung mehr verdunkelt, als aufgekläret, s. **Kraft**. Wir müssen vielmehr zufrieden damit, daß wir die Gesetze des Stoßes aus Erfahrungen kennen, über die Art und Weise, auf welche Mittheilung der Bewegung bewirkt wird, unsere gänzliche Unwissenheit gestehen, und den Ausdruck: Mittheilung der Bewegung für nichts weiter, als für die eingeführte Benennung eines Phänomens halten. Ich beziehe mich hierüber gänzlich auf das Wort: **Stoß**.

In der Lehre vom Magnet wird das Wort Mittheilung sehr uneigentlich gebraucht. Man sagt, der Magnet theile seine anziehende Kraft dem Eisen mit, und handlet daher unter einem besondern Abschnitte vom **mitgetheil-**

ten **Magnetismus.** Da nun der Magnetismus nach den allgemein angenommenen Erklärungen auch durch eine eigne Materie bewirkt wird, so kan man leicht durch diese Benennung verleitet werden, sich unter der magnetischen Mittheilung einen Uebergang dieser Materie aus dem magnetischen Körper in den unmagnetischen vorzustellen. Gleichwohl ist diese Vorstellung falsch, und widerlegt sich schon dadurch, weil der magnetische Körper nichts von seiner Kraft verliert, wenn auch noch so viele andere durch ihn magnetisch gemacht werden. Es ist also hier an keine wahre Mittheilung zu denken; was vorgeht, ist blos Wirkung einer **Vertheilung**, s. **Magnet.** Dennoch ist hiebey das Wort Mittheilung nach dem herrschenden Sprachgebrauche einmal angenommen.

Moment, Momentum, *Moment*. Dieser Name ist in die Lehren der Statik und Mechanik blos der Bequemlichkeit halber eingeführt. Man bezeichnet damit nichts reelles, für sich existirendes, sondern nur gewisse Ausdrücke, nach welchen sich Wirkungen schätzen lassen, welche von Kräften unter gewissen Umständen hervorgebracht werden — Ausdrücke, welche immer gleich bleiben müssen, wenn die Wirkungen die nemlichen seyn sollen. In diesem Sinne gebraucht man die Namen: **Statisches Moment** und **Moment der Trägheit.**

Statisches Moment, Momentum staticum, *Moment d'une puissance au levier*. So nennt man, wie schon beym Worte **Hebel** (Th. II. S. 571) erinnert worden ist, das Product einer bewegenden Kraft am Hebel in ihre Entfernung vom Ruhepunkte. Sind diese Producte auf beyden Seiten des Hebels gleich, so erfolgt Gleichgewicht und Ruhestand, oder beyde Kräfte wirken alsdann gleich stark auf des Hebels Umdrehung. Man kan also dieses Product als den Ausdruck der Gewalt ansehen, mit welcher eine Kraft den Hebel um seinen Ruhepunkt zu drehen strebt. Daher kömmt ihm, der obigen Worterklärung gemäß, der Name Moment zu.

Wirken an einerley Arme eines mathematischen Hebels CB, Taf. XVII. Fig. 55., die bewegenden Kräfte P, p, π, in die Massen M, m, μ, in den von C aus gerechneten Entfernungen CM = D, Cm = d, Cμ = δ, so sind die Momente dieser Kräfte PD, pd, $\pi\delta$, und die ganze Gewalt, womit der Hebel um C gedreht wird, wird durch die Summe dieser Momente ausgedrückt, oder ist

$$PD + pd + \pi\delta.$$

Sollte der Ruhepunkt in B seyn, und wäre die Länge des Hebels CB = a, so würden jetzt jener Kräfte Entfernungen von B = a — D, a — d, a — δ, und die Momente

$$P(a - D); p(a - d); \pi(a - \delta)$$

seyn. Ihre Summe drückt nun die Gewalt aus, womit diese Kräfte den Hebel um B zu drehen streben. Also ist das Moment um C von dem Momente um B unterschieden, und man muß, um bestimmt zu reden, nicht von statischem Moment überhaupt, sondern von **Moment um einen gewissen Punkt**, z. B. um C, oder um B, sprechen.

Da die bewegende Kraft P durch das Product der Masse M in die beschleunigende Kraft F ausgedrückt wird, (oder da P = MF, s. **Kraft, bewegende**), so ist das Moment um C = MFC. Sind nun die beschleunigenden Kräfte der Massen M, m, μ, einerley (z. B. wenn M, m, μ Gewichte sind, die durch die Schwere = 1 getrieben werden) so verhält sich P, wie M, und man kan das Moment von M = MD setzen.

Die Vorstellung von Momenten um gewisse Punkte dient bey den statischen Rechnungen zu ungemeiner Erleichterung. Alle Berechnungen am Hebel beruhen auf dem Satze, daß für den Fall des Gleichgewichts die Summe der Momente auf beyden Seiten des Ruhepunkts gleich seyn muß. Die Erfindung des gemeinschaftlichen Schwerpunkts E der Massen M, m, μ ergiebt sich daraus, daß es einerley Wirkung auf den Hebel thun muß, es mögen die Massen einzeln in M, m, μ; oder zusammen in E angebracht werden, daher die Summe der Momente MD, md, $\mu\delta$ eben so-

viel, als das Moment $(M + m + \mu)$. CE betragen, mithin

$$CE = \frac{MD + md + \mu\delta}{M + m + \mu}$$

seyn muß, d. h. **Der Abstand des Schwerpunkts** *E* **von** *C* **ist gleich der Summe aller statischen Momente um** *C*, **dividirt durch die Summe aller schweren Massen.** Und wenn der Schwerpunkt schon anderswoher bekannt ist, so findet man die Summe der statischen Momente um C, wenn man des Schwerpunkts Abstand von C (oder CE) in die Summe der schweren Massen $(M + m + \mu)$ multipliciret.

Ist CB eine prismatische Stange von der Masse M, und von gleichförmiger Dichte, so fällt der Schwerpunkt E in ihre Mitte, oder es ist $CE = \frac{1}{2} CB$. Daher die Summe der statischen Momente aller Theile, oder das Moment der Stange selbst um $C = \frac{1}{2} M. CB$. Mehr hievon s. bey dem Worte: **Schwerpunkt.**

Würde der Hebel wirklich um C gedreht, so bewegten sich M, m, mit Geschwindigkeiten, C, c, die sich wie ihre Entfernungen von C, oder wie D, d verhielten. So könnte man hier, wo es doch blos auf Verhältniße ankömmt, C für D, c für d u. s. w. setzen, und die Momente von M und m auch durch MC, mc ausdrücken. Dies ist eben derselbe Ausdruck, nach dem man sonst die Größe der Bewegung schätzt, s. **Bewegung**, und welchen **Descartes** für das Maaß der bewegenden Kraft angenommen hat, s. **Kraft, bewegende.**

Dieser Umstand hat veranlasset, daß sehr viele Schriftsteller die Ausdrücke: statisches Moment, Größe der Bewegung, und Maaß der bewegenden Kraft, mit einander verwechseln. So sagt **Brisson**: Le Moment d'un corps est *la quantité de son mouvement*, und definirt Moment: Nom, que l'on donne *à la force d'un corps en mouvement*. Solche Verwechselungen aber verdunkeln die ersten Begriffe der Wissenschaft. **Statisches Moment** ist nur da gedenkbar, wo von Streben nach Umdrehung um einen festen Punkt, oder um eine Axe, die Rede ist, und heißt: Das, was gleich seyn muß, wenn dieses Streben gleich seyn soll,

oder das, wornach man dieses Streben schätzt. **Größe der Bewegung** aber läßt sich bey jeder Bewegung betrachten, und ist allezeit = MC, da hingegen das statische Moment eigentlich = PD ist, und nur dann MC wird, wenn es verstattet ist, P = M und D = C zu setzen. Was endlich das **cartesianische Maaß der Kraft** betrift, so setzt dasselbe voraus, daß man die Größe einer bewegenden Kraft durch die Größe der Bewegung ausdrücken wolle, die sie in einer gewissen Zeit hervorzubringen strebt. Man sieht also, daß diese drey Begriffe an sich sehr verschieden sind, und nur zufälliger Weise in manchen Fällen übereinkommen.

Moment der Trägheit, Moment der Masse, Momentum inertiae s. massae, *Moment d'inertie d'une masse.* Diesen Namen giebt man dem Producte einer Masse in das Quadrat ihrer Entfernung vom Bewegungs- oder Umdrehungspunkte.

Soll es nemlich für die Umdrehung des Hebels CB, Taf. XVII. Fig. 55. durch den Winkel BCb, gleichgültig seyn, ob sich die Masse M in der Entfernung CM = D, oder ob sich die Masse m in der Entfernung Cm = d daran befindet (d. h. soll in beyden Fällen die Umdrehung des Hebels durch den Winkel BCb vermittelst einer gleichen Gewalt in gleicher Zeit geschehen), so dürfen die beschleunigenden Kräfte F und f, die in M und m wirken, nicht mehr gleich seyn; sonst würde die Masse m, in gleicher Zeit mit M, nur durch den Bogen $m\mu$ = MN geführt werden, mithin würde der Hebel mit m nicht den ganzen Winkel BCb durchlaufen. Vielmehr müssen sich diese beschleunigenden Kräfte F und f, wie die ähnlichen Bogen MN und mn, d. i. wie die Halbmesser CM und Cm, oder wie D : d verhalten. Daher sind die bewegenden Kräfte P und p im Verhältniße MD : md. Weil sich nun diese, wenn sie gleich stark auf den Hebel wirken sollen, umgekehrt, wie die Entfernungen von C verhalten müssen, so muß

$$MD : md = d : D, \text{ und daher } MD^2 = md^2$$

seyn. Dieses Product MD^2 muß immer gleich bleiben, wenn der Hebel durch eine gleiche Gewalt mit ebenderselben Winkelgeschwindigkeit umgedreht werden soll. Es ist ein

Ausdruck für die Größe der Gewalt, die man braucht, um eine träge Masse am Hebel mit einerley Winkelgeschwindigkeit um den Ruhepunkt zu drehen. Daher heißt es Moment, und zwar, weil die Rede nicht von Gewichten, sondern von trägen Massen ist, **Moment der Trägheit oder der Masse.**

Auch hier wird Umdrehung um einen festen Punkt, oder um eine Axe, vorausgesetzt, also kan man auch nur **Momente der Trägheit um einen gewissen Punkt** betrachten.

Befinden sich an einer mathematischen Linie CB mehrere träge Massen M, m, μ in verschiedenen Entfernungen von C, z. B. $CM = D$, $Cm = d$, $C\mu = \delta$, so ist die Summe ihrer einzelnen Momente der Trägheit um C, oder

$$MD^2 + md^2 + \mu\delta^2$$

das **Moment der Trägheit der ganzen Linie** CB.

Ist CB eine prismatische Stange von der Masse M, der Länge $CB = a$ und von durchaus gleicher Dichte, so läßt sie sich als eine mathematische Linie ansehen, die an allen Punkten mit gleichen kleinen Massen belastet ist. Nennt man ein veränderliches Stück dieser Linie $CE = x$, so hat das Element davon ($Ee = dx$) die Masse $\frac{Mdx}{a}$ und seine Entfernung von C ist $= CE = x$; also sein Moment der Trägheit um $C = \frac{M}{a}x^2dx$. Mithin das Moment der Trägheit des ganzen Stücks der Stange CE, durch die Integralrechnung,

$$\frac{M}{a}\int x^2 dx = \frac{M}{a} \cdot \tfrac{1}{3}x^3$$

und das Moment der Trägheit der ganzen Stange CB, wofür $x = a$ wird

$$\tfrac{1}{3}Ma^2$$

Denkt man sich statt der Stange CB einen Körper von bestimmter Gestalt, so kan man ihn auf ähnliche Art in Elemente zerlegen, das Moment der Trägheit zuerst für ein solches Element suchen, und dann die Summe aller

Momente, oder das Moment des ganzen Körpers durch Integralrechnung finden. Wenn Taf. XVII. Fig. 53. eine Kugel von der Masse M und dem Halbmesser r, an dem Faden CD so hängt, daß D der Kugel Mittelpunkt ist, und man die Masse des Fadens vernachläßigen kan, so ist das Moment der Trägheit der Kugel um den Punkt C

$$(CD^2 + \tfrac{2}{5} r^2). M$$

Die hiezu gehörigen Rechnungen findet man bey Kästner (Anfangsgr. der höhern Mech. S. 222 u. f.).

Die Bestimmung der Momente der Trägheit ist bey den Lehren vom Pendel und vom Stoße unentbehrlich. Die Regel, nach welcher man aus diesem Momente den Schwingungspunkt findet, habe ich bey dem Worte **Mittelpunkt des Schwunges** angegeben.

Monaden, Monadologie, s. Materie.

Monat, Mensis, *Mois*. Die Zeit, binnen welcher der Mond einen Umlauf um den Himmel zu vollenden scheint. Fast in eben dem Zeitraume vollendet er auch einen ganzen Wechsel seiner Erscheinungen, oder seines Zu- und Abnehmens. Dies muste den Menschen sehr frühzeitig in die Augen fallen; man fieng also bald an, verfloßne Zeiträume nach der Anzahl der **Monden** oder **Monate** anzugeben, die sie in sich faßten.

Eine genauere Betrachtung aber lehrt bald, daß man diese Zeiträume auf verschiedene Arten rechnen könne. Betrachtet man nemlich die Zeit, binnen welcher der Mond seinen Umlauf um den Fixsternhimmel zu vollenden, oder wiederum zu den vorigen Fixsternen zu gelangen scheint, so heist diese der **siderische Monat**. Während dieses Umlaufs aber sind die Nachtgleichen und mit ihnen alle Punkte der Ekliptik ein wenig vorgerückt. Der Mond begegnet also dem vorigen Punkte der Ekliptik etwas früher wieder, und der Zeitraum, binnen welchem er den ganzen Umkreis der Ekliptik durchläuft, der **periodische Monat**, ist etwas kürzer, als der siderische, wiewohl der Unterschied kaum 7 Secunden beträgt.

Die Sonne aber ist indessen um eine beträchtliche Weite fortgegangen, und der Mond braucht über 2 Tage Zeit, um sie wieder einzuholen. Daher ist der Zeitraum von einem Neumonde zum andern, oder die Dauer eines völligen Mondwechsels, der **synodische Monat**, länger als jene beyde.

Auch sind alle Umläufe des Monds an sich von ungleicher Dauer. Man kan sie daher, wenn eine allgemeine Bestimmung verlangt wird, nicht anders, als nach mittlern Größen, angeben. In solchen setzt **de la Lande** (Astron. 1422)

den siderischen Monat	27 Tage	7 St.	43 Min.	11,5069 Sec.
den periodischen - -	27 -	7 -	43 - -	4,6480 - -
den synodischen - -	29 -	12 -	44 - -	2,8921 - -

Wenn die Dauer des Sonnenjahrs oder des Umlaufs der Sonne (s. Jahr) = T, der periodische Monat = t gesetzt wird, so zeigt die Formel $\frac{Tt}{T-t}$, wie oft Sonne und Mond einander begegnen, oder sie giebt die Dauer des synodischen Monats, s. Aspecten. Setzt man beyläufig, $T = 365\frac{1}{4}$; $t = 27\frac{1}{3}$ Tag, so findet man für den synodischen Monat $\frac{365\frac{1}{4} \cdot 27\frac{1}{3}}{338} = 29\frac{1}{2}$ Tag.

Die Knoten des Monds rücken mit ziemlicher Geschwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen, s. Knoten. Daher gelangt der Mond schon wieder zu seinem Knoten, ehe noch von der Zeit an, da er ihn verließ, der periodische Monat um ist. Dies veranlaßt noch einen vierten, den **Drachenmonat** (mensis draconiticus) von 27 Tagen 5 St. 6 Min. 56 Sec. Ein fünfter ist der **anomalistische Monat** von 27 Tagen 13 St. 18 Min. 35 Sec., binnen welcher Zeit der Mond zu seiner Erdferne oder Erdnähe wiederkehrt. Weil zwölf Mondwechsel fast die Dauer des Sonnenjahres ausmachen, so nennt man auch den zwölften Theil dieses Jahres, oder den Zeitraum von

30 Tagen 10 St. 29 Min. 4 Sec.

einen Monat, der durch den Namen des **Sonnenmonats**

von den vorigen, den Mondenmonaten, unterschieden wird. Dieser Sonnenmonat ist eigentlich die Zeit, welche die Sonne, im Durchschnitt genommen, in jedem himmlischen Zeichen verweilet.

Die bisher angezeigten Monate sind astronomische, und geben wirkliche Dauer himmlischer Bewegungen bis auf Minuten und Secunden an. Von ihnen unterscheiden sich die bürgerlichen Monate, welche aus Anzahlen von vollen Tagen bestehen, die den astronomischeu Monaten nahe kommen. Nach dem vorigen ist es am natürlichsten und richtigsten, den Sonnenmonat auf 30 bis 31 Tage, und den Mondenmonat, wobey man auf den Mondwechsel oder synodischen Umlauf sieht, auf 29 bis 30 Tage zu setzen.

Wenn sich das Jahr blos nach dem Mondlaufe richten soll, so können Monate von 29 und von 30 Tagen beständig abwechseln. Von dieser Art ist das muhammedanische Jahr, s. Jahr, wobey nur 11mal in jeden 30 Jahren noch ein Tag eingeschaltet, oder ein Monat von 30 Tagen, statt eines von 29, gesetzt werden darf.

Größer sind die Schwierigkeiten, wenn man das Jahr nach der Sonne, den Monat aber nach dem Monde einrichten, oder Sonnenjahre aus Mondenmonaten zusammensetzen will. Die Griechen bemühten sich sehr, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Sie ließen ebenfalls Monate von 29 und 30 Tagen abwechseln, schalteten aber, um vom Mondlaufe nicht abzuweichen, nie einzelne Tage sondern immer ganze Monate von 30 Tagen ein. Dies geschah anfänglich in jeden 8 Jahren 3mal, nachher auf Metons und Euctemons Vorschlage in jeden 19 Jahren 7mal. Bey dieser Einrichtung fallen die Neumonde immer in den Anfang der Monate, auch wird die Nachtgleiche nach 19 Jahren immer wieder auf denselben Monatstag zurückgebracht: aber in einzelnen Jahren unter diesen 19 giebt es doch bisweilen sehr beträchtliche Abweichungen der Nachtgleiche von ihrem gehörigen Monatstage, s. Kalender (Th. II. S. 715). Endlich haben auch die Juden ein solches aus Mondenmonaten zusammengesetztes, aber mit dem Sonnenlaufe

combinirtes Jahr, bey welchem die Einschaltungen noch verwickelter sind, s. Jahr.

Die Römer haben vom Anfange ihrer Zeitrechnung an bürgerliche Sonnenmonate von 30 bis 31 Tagen gebraucht. **Numa** führte ein Mondenjahr von 355 Tagen ein, in welchem der ungeraden Zahl halber Monate von 29 und von 31 Tagen abwechselten. Man verband damit, um dem Sonnenlaufe näher zu kommen, die Einschaltungsart der Griechen, die aber auf ein solches Jahr gar nicht passend ist, daher man genöthigt ward, bisweilen dem Schaltmonate nur 22 Tage zu geben. Durch die Freyheit, welche hiebey den Priestern überlassen war, kam endlich die Zeitrechnung in so große Verwirrung, daß **Julius Cäsar** eine gänzliche Abänderung nöthig fand, bey welcher er den Mondwechsel ganz aus den Augen setzte, und alles auf den Lauf der Sonne gründete. Hiebey ward die Einschaltung ganzer Monate gänzlich aufgehoben, und die Monate erhielten die noch jetzt übliche Anzahl von 31 und 30 Tagen, wobey nur der Februar 28 Tage bekömmt.

Bey dieser Einrichtung fällt zwar der Eintritt der Sonne in jedes Zeichen der Ekliptik immer fast auf denselben Monatstag, s. **Ekliptik**; die Neumonde, Viertel und Vollmonde aber stehen mit unsern Monaten in keiner unmittelbaren Verbindung; sie rücken vielmehr durch alle Tage der Monate hindurch und fallen, im Durchschnitte genommen, im folgenden Monate etwa um einen Tag früher, als im vorhergehenden.

Zu den bürgerlichen Monaten gehört auch noch der **Erleuchtungsmonat**, welcher von der ersten Wiedererscheinung des Monds nach dem Neumonde bis zur folgenden Wiedererscheinung gerechnet wird. Dieses Monats bedienen sich einige Völker, welche die wahre Dauer des synodischen Monats nicht zu bestimmen wissen.

Kästner Anfangsgr. der Astronomie und Chronologie, Göttingen 1781. 8. S. 167. u. 399.

Mond, Luna, *Lune.* Der beständige Begleiter oder Nebenplanet der Erde, welcher nicht nur mit den übri-

gen Gestirnen der täglichen Bewegung zu folgen, sondern auch in der Zeit eines Monats einen Umlauf um den Himmel von Abend gegen Morgen zu vollenden scheint, und während dieser Zeit bald sichelförmig, bald oval, bald kreisrund gesehen wird, so daß sich diese Abwechselungen nach seinem Stande gegen die Sonne richten, s. **Mondphasen.** Der Mond rückt unter den Fixsternen sehr schnell, und täglich fast um 13°, nach der Ordnung der Zeichen fort. Hiebey ist zwar kein Stillstand und Rückgang zu bemerken; doch erfolgt diese Bewegung sehr ungleich, bald schneller, bald langsamer. Auch geht der Mond nicht in der Ekliptik selbst, sondern hat bald eine nördliche, bald eine südliche Breite, welche jedoch nie über $5\frac{1}{4}$° steigt.

Aus diesen Wahrnehmungen, die auch dem flüchtigsten Beobachter des Himmels bald in die Augen fallen, hat man sehr frühzeitig geschloßen, daß der Mond wirklich um unsere Erdkugel umlaufe, und diese Bahn ohngefähr in $27\frac{1}{2}$ Tagen zurücklege, daß aber die Erde nicht genau im Mittelpunkte dieser Bahn stehe, auch die Bahn nicht in der Ebne der Ekliptik liege, sondern gegen dieselbe unter einem Winkel von $5\frac{1}{4}$° geneigt sey.

Man kan zwar nicht läugnen, daß die Erscheinungen eben dieselben seyn würden, wenn die Erde in eben der Zeit um den Mond liefe. Daß dies wirklich geschehe, hatte **Jacob Alexander** zur Erklärung der Ebbe und Fluth angenommen, aber Herr **von Mairan** (Mém. de Paris. 1727.) hat diesen seltsamen Einfall umständlich widerlegt. Man findet bey genauerer Untersuchung die Größe des Monds so gering, daß es aller Analogie zuwiderlaufen würde, ihn für den Hauptkörper, und die weit größere Erde für seinen Nebenplaneten anzunehmen.

Schon die Sonnenfinsterniße zeigen, daß der Mond der Erde weit näher, als die Sonne, sey. Da er auch alle Planeten, denen er begegnet, bedeckt, so zeigt er sich überhaupt als das nächste Gestirn an der Erde. Wie weit er von uns abstehe, muß durch Beobachtungen seiner Parallaxe gefunden werden, s. **Parallaxe.** Ob nun gleich die Methoden der Alten hierinn sehr unvollkommen waren,

so schloß doch schon Ptolemäus im Almagest die Horizontalparallaxe des Monds zwischen die Grenzen von 54' und 1° 41' ein, welches seine Weite von der Erde zwischen 64 und 34 Erdhalbmesser einschränkt. **Copernicus**, **Tycho** und **Kepler** stellten weitere Untersuchungen hierüber an. Die neuern Astronomen aber haben theils die Methoden, die Parallaxen zu finden, sehr verbessert und vervielfältiget, theils auch genauere Beobachtungen angestellt. Besonders wurden im Jahre 1751 von Herrn **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hofnung, und von Herrn **de la Lande** zu Berlin übereinstimmende Beobachtungen zu Bestimmung der Mondparallaxe gemacht (Mém. sur la parallaxe de la Lune in den Mém. de Paris. 1752. 1753. 1756.) woraus sich die gröste mögliche Horizontalparallaxe des Monds 61' 32", die kleinste 54' 2" gefunden hat. Hieraus folgt des Monds gröste Weite von der Erde 63, 62, die kleinste 55, 87 Erdhalbmesser, daß man also die mittlere Weite in runden Zahlen auf 60 Halbmesser, d. i. 30 Durchmesser der Erde oder 51570 geographische Meilen setzen, und annehmen kan, daß dreyßig an einander gesetzte Erdkugeln von hier aus den Mond erreichen würden.

Da man der Bestimmung der Mondparallaxe bis auf 2" gewiß seyn kan, welches von der ganzen mittlern Parallaxe etwa $\frac{1}{1800}$ austrägt, so kan man den daraus gefundenen Abstand des Monds bis auf $\frac{1}{1800}$ von 51570, d. i. bis auf 29 Meilen für zuverläßig halten.

Die Verschiedenheit der Abstände des Monds von der Erde hat ihren Grund darinn, daß seine Bahn nicht kreisrund, sondern elliptisch gestaltet ist, und die Erde in dem einen Brennpunkte derselben liegt. Daher ist der Mond bey jedem Umlaufe einmal in der Erdferne, einmal in der Erdnähe, s. **Erdferne**, **Erdnähe**. Die große Axe dieser elliptischen Bahn dreht sich jährlich um 41° von Abend gegen Morgen, und kömmt also in 9 Jahren einmal um den ganzen Himmel herum. Die Eccentricität dieser Ellipse beträgt im Mittel 0,055 der halben großen Axe, so daß sich der regelmäßige gröste Abstand zum kleinsten, wie 1055 zu 945 oder fast, wie 19 zu 17 verhalten sollte. Bey den

großen Ungleichheiten des Mondlaufs aber ist die Eccentricität selbst veränderlich, und daher das Verhältniß des grösten und kleinsten möglichen Abstandes fast, wie 9 zu 8.

Die Neigung der Mondbahn gegen die Fläche der Ekliptik ändert sich von 5° 1′ bis 5° 17′. Die Punkte, in welchen sich beyde Ebnen durchschneiden, oder die Knoten des Monds, s. Knoten, rücken jährlich um 19° von Morgen gegen Abend, oder der Ordnung der Zeichen entgegen. Die Neigung der Bahn ist am grösten, wenn die Sonne in der Gegend der Mondsknoten selbst steht, am kleinsten, wenn sie 90° von den Knoten entfernt ist. Aus diesen Veränderungen der Apsidenlinie und der Knotenlinie des Monds folgt, daß die Stellen seines geschwindesten und langsamsten Fortrückens, ingleichen seiner Durchgänge durch die Ekliptik, von Zeit zu Zeit in ganz andere Gegenden des Thierkreises fallen müssen. Ueberhaupt wird aus dem bisherigen schon erhellen, daß der Mondlauf äusserst beträchtlichen Ungleichheiten unterworfen ist, welche gröstentheils von der starken Einwirkung der Sonne auf diesen Körper herrühren, deren Folgen bey seinem so sehr geringen Abstande von uns ungemein stark in die Augen fallen.

Diese Ungleichheiten haben die genaue Bestimmung des Mondlaufs von je her ungemein erschweret. Schon Plinius (H. N. L. II. c. 9.) beklagt sich, daß man den Lauf des nächsten Gestirns am wenigsten kenne, und die alten Astronomen waren genöthigt, zu Erklärung und Bestimmung dieser Ungleichheiten zween Epicykel übereinander zu setzen, s. Epicykel. Tycho fand aber noch mehrere Ungleichheiten im Mondlaufe, als selbst die Alten gekannt hatten, und die Anzahl derselben stieg immer höher, je mehr die Werkzeuge verbessert und die Beobachtungen vervielfältiget wurden. Daher waren auch die astronomischen Tafeln für keinen Himmelskörper so sehr, und auf so mannigfaltige Art unrichtig, als für den Mond. Newton gab endlich durch das System der allgemeinen Schwere den Leitfaden an, der aus diesem Labyrinthe führen konnte. Er erklärte (Princip. L. III. prop. 34. 35 sq.) einige der vornehmsten Störungen, welche der Umlauf des Monds um die Er-

de leidet, sehr glücklich aus der starken Gravitation dieses Weltkörpers gegen die Sonne, bey seinen verschiedenen Stellungen gegen dieselbe und gegen die Erde, s. Perturbationen. Gregory (Astr. geometr. et phys. elem. p. 322.) gab aus dieser newtonischen Theorie zuerst Data zu Mondstafeln, welche nach seiner Angabe nie über 2 Min. vom wahren Laufe abweichen sollten. Halley gründete seine im Jahre 1749 erschienenen Tafeln, soviel den Mond betraf, ebenfalls auf diese Sätze, muste aber doch gestehen, daß sie sich nach seinen zu Greenwich angestellten Beobachtungen bisweilen auf 7 — 8 Min. vom wahren Laufe entfernten. Aehnliche Mondstafeln hat auch Euler (Opusc var. arg. Berol. 1746. 4. Theoria motus lunae Petrop. 1753. 4 maj.) berechnet, und dabey die geschmeidigsten analytischen Formeln für die Ausdrücke der Ungleichheiten des Mondlaufs angegeben.

Endlich überwand der große göttingische Astronom Tobias Mayer alle bisherigen Schwierigkeiten, und verfertigte die vortreflichen Mondstafeln, nach welchen man durch 13 verschiedene Reductionen oder Gleichungen den wahren Ort des Monds für jeden Zeitpunkt bis auf eine 1 Min. richtig bestimmen kan. Diese Tafeln erschienen zuerst im Jahre 1755 im zweyten Bande der göttingischen Commentarien. Nachdem man sie in England durch mannigfaltige Proben bewährt gefunden hatte, erhielten die Erben ihres Urhebers einen Theil des Preißes, der auf die Erfindung der Länge zur See gesetzt war. Sie sind seitdem von de la Lande (Connoissance des mouv. cel. 1761), P. Hell (Tabulae lunares *Tob. Mayeri.* Vindob. 1763. 8maj. iuxta edit. Londin. 1770. Vindob. 1771.), und in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln (II. Band, S. 1 u. f.) herausgegeben worden, und über die vom Verfasser zwar nach England eingesendete, aber nicht öffentlich bekannt gewordene Methode ihrer Berechnung hat Lambert (Zergliederung und Anwendung der mayerischen Mondstafeln in den Beytr. zum Gebr. der Math. II. Band, Berlin, 1770. Num. XII.) sehr scharfsinnige Untersuchungen angestellt.

Der Mond durchläuft seine Bahn, im Durchschnitt genommen, in einer Zeit von 27 Tagen 7 St. 43 Min. 5 Sec., und legt also, der mittlern Bewegung nach, täglich 13° 10′ 35″ des Kreises zurück. Nimmt man hiezu die Größe dieses Kreises, so läst sich berechnen, daß er in 1 Zeitsecunde in der Erdferne 3132 pariser Fuß durchlaufe.

Aus den Flecken des Monds, s. **Mondflecken**, sieht man, daß er der Erdkugel beständig eine und ebendieselbe Seite zeigt. Unerfahrne schließen hieraus, er drehe sich nicht um seine Axe. Sie sind um so mehr zu entschuldigen, da selbst **Wolf** (Anfangsgr. d. Astr. Halle 1716. 8. §. 314.) so geschloßen hat. Man findet aber den Fehlschluß bald, wenn man überlegt, daß z. B. eine um einen Baum herumgehende Person, die stets das Gesicht gegen den Baum kehret, dasselbe während jeden Umgangs nach und nach gegen alle Weltgegenden kehren, und also bey jedem Herumgehen auch sich selbst einmal umdrehen muß. Daß wir immer einerley Seite des Monds sehen, beweißt also vielmehr eine **wirkliche Umdrehung** desselben, die aber in eben der Zeit erfolgt, in der er um die Erde läuft, und deren Axe auf der Ebne seiner Bahn fast lothrecht steht. Die Ursache, welche beym Monde diese Umdrehungszeit der Umlaufszeit gerade gleich macht, kan wohl schwerlich zufällig seyn. Galilei gab schon als einen Grund das an, daß die gegen uns gekehrte Seite eine natürliche Beziehung oder Neigung gegen die Erde habe; welches **Newton** weit richtiger so ausdrückt: die diesseitige Halbkugel des Monds gravitire wegen der größern Nähe stärker gegen die Erde und nehme dadurch nach dieser Richtung eine länglichere Gestalt an. Uebrigens geht diese Umdrehung, aus dem Mittelpunkte des Monds betrachtet, wie alle Umwälzungen im Sonnensystem, nach der Ordnung der Zeichen.

Dennoch hat schon Galilei bey der ersten Betrachtung des Monds durch Fernröhre entdeckt, daß sich seine der Erde zugewendete Halbkugel periodisch ein wenig verrückt, indem die mitten auf ihr stehenden Flecken bald nach der einen bald nach der andern Seite, bald nord- bald südwärts treten. Man nennt diese kleine Bewegung der Fle-

cken das Schwanken, Wanken, oder die Libration des Monds. Sie ist von Hevel (De motu lunae libratorio ad Ricciol. Ged. 1654. fol.) und unter allen am besten von Mayer (Abhdl. über die Umwälzung des Monds um seine Axe und die scheinbare Bewegung der Mondsflecken, in den Kosmograph. Nachrichten und Saml. 1748. S. 52.) untersucht worden. Sie besteht aus einem Schwanken in der Länge, welches den Ort der Flecken nach Osten und Westen zu, und einem in der Breite, welches ihn nach Süden und Norden zu ändert. Jenes geht bis auf 8° dieses bis auf 6¾° eines grösten Kreises der Mondkugel. Beyder Ursache ist auch leicht zu finden. Das Schwanken in der Länge kömmt daher, weil die Umwälzung des Monds um die Axe mit gleichförmiger, sein Umlauf um die Erde aber mit ungleichförmiger Bewegung geschieht, daher z. B. der Flecken, der in der Erdnähe im Mittel stand, wenn der Mond durch 90° fortgegangen ist, wegen des geschwinden Mondlaufs noch nicht völlig um ein Viertel des Kreises umgedreht, und also ein wenig hinter der Mitte der Mondscheibe zurückgeblieben ist. Das Schwanken in der Breite erfolgt daher, weil die Axe der Umdrehung mit der Ekliptik einen Winkel von 88° 31′ macht, und sich gegen die Punkte wendet, welche von dem mittlern Orte der Mondknoten um 90° abstehen, da hingegen die Mondbahn selbst ihren Winkel mit der Ekliptik ändert, daher uns auf der Mondscheibe, die wir bald von Norden, bald von Süden her, betrachten, bisweilen der Nordpol, bisweilen der Südpol, sichtbar seyn muß.

Der scheinbare Durchmesser des Monds beträgt im Mittel genommen, in der Erdferne 29′ 32″, in der Erdnähe 32′ 58″. In der letztern ist zugleich seine Horizontalparallaxe 1° 0′ 29″, d. h. der Halbmesser der Erde wird aus dem Monde unter einem Winkel von 1° 0′ 29″, mithin ihr Durchmesser unter 2° 0′ 58″ gesehen. Weil sich nun für einerley Augenblick die scheinbaren Durchmesser, der Erde aus dem Monde, und des Monds aus der Erde gesehen, wie die wahren Durchmesser verhalten müssen, so findet man

die leztern im Verhältniße $2^{\circ}\ 0'\ 58'' : 32'\ 58'' = 7258'' : 1978''$ $= 1 : 0,2726$ oder $= 11 : 3$.

Mithin ist des Monds wahrer Durchmesser = 0,2726 oder $\frac{3}{11}$ des Erddurchmessers, und die Erde ist

im Durchmesser $3\frac{2}{3}$mal,
an Oberfläche 14mal,
an körperlichem Raume 50mal

größer, als der Mond. Sezt man den Erddurchmesser = 1719 geographische Meilen, so findet sich hieraus der Durchmesser des Monds = 468,6 solcher Meilen.

Man findet durch Berechnungen der Ebbe und Fluth, daß das Meerwasser nur etwa $2\frac{1}{2}$ – 3mal (nach **Newton** $4\frac{1}{2}$mal, nach **Joh. Bernoulli** $2\frac{1}{2}$mal) stärker gegen den Mond gehoben werde, als gegen die Sonne, obgleich die Sonne auf 400mal weiter von dem Meere entfernt ist, als der Mond. Nun lehrt die physische Astronomie, daß sich eine perturbirende Centralkraft, in schiefen Richtungen zerlegt, umgekehrt, wie der Würfel ihrer Entfernung verhalte. Es würde also die Gravitation des Wassers gegen den Mond, wenn er an der Stelle der Sonne stünde, nur $\frac{2\frac{1}{2}}{400^3}$ oder $\frac{1}{25600000}$ von der Gravitation gegen die Sonne seyn. Man schließt hieraus, wie beym Worte **Gravitation** erklärt worden, daß der Mond 25600000mal weniger Masse habe, als die Sonne. Weil nun die Masse der Erde nur 365412mal weniger beträgt, als die der Sonne, s. **Sonne**, so scheint die Erde 70 — 71mal mehr Masse zu haben, als der Mond. Dieser Rechnung nach wäre des Monds Dichte nur $\frac{1}{71} : \frac{1}{50}$ oder $\frac{50}{71} = \frac{7}{10}$ von der Dichte der Erde, und die schweren Körper fielen auf seiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{15}{71} : (\frac{3}{11})^2 = 2,83$ Fuß.

Die Lichtabwechselungen des Monds, s. **Mondphasen**, zeigen sehr deutlich, daß er für sich ein dunkler Körper sey, und sein Licht blos von der Sonne erhalte. Eben dies wird auch durch die Sonnen- und Mondfinsterniße, s. **Finsterniße**, bestätiget. Die auf der Mondscheibe sicht-

baren Flecken, s. **Mondflecken**, beweisen eben so deutlich, daß es auf seiner Oberfläche ansehnliche Erhöhungen und Vertiefungen gebe, die man ohne Bedenken Berge und Thäler nennen kan, auch daß diese Oberfläche aus Materien bestehe, die das Licht auf verschiedene Art zurückwerfen. Nimmt man hiezu seine beträchtliche Größe, seine Umdrehung um die Axe u. s. w., so findet man in ihm einen der Erdkugel selbst sehr ähnlichen Körper.

Diese Aehnlichkeit des Monds mit der Erde haben schon unter den alten Weltweisen **Anaxagoras** (Macrob. Somn. Scip. I. 11.), **Xenophanes** (Cic. Acad. quaest. IV. 39.) u. a. erkannt. **Plutarch** hatte ihre Meinungen in einer eignen Schrift über die Gestalt der Mondscheibe (De facie in orbe lunae) gesammlet, aus welcher in **Lucians** spottendem Dialog De vera historia Fragmente vorkommen. Vorzüglich sollen nach **Plutarch** (De placitis philos. II. 30.) die Pythagoräer den Mond für bewohnt, und mit Thieren und Pflanzen besetzt gehalten haben. Mehr solcher Meinungen der Alten findet man beym **Fabricius** (Bibl. graeca To. I. c. 20) und **Hevel** (Selenographia p. 109. sq.), welcher letztere den Bewohnern des Monds den Namen der **Seleniten** beylegt. Unter den Neuern haben die Aehnlichkeit des Monds mit der Erde und die Wahrscheinlichkeit seiner Bevölkerung mit denkenden und empfindenden Wesen vornehmlich **Huygens** (Cosmotheorus s. de terris coelestibus, Hag. Com. 1698. 4.) und von **Fontenelle** (Entretiens sur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. Gespräche über die Mehrheit der Welten, mit Anm. und Kupfert. v. **J. E. Bode**. Berlin, 1780. 8.) behauptet. **Huygens** setzt in den Mond „animalia, quae ratione utuntur", **Fontenelle** „*des habitans, qui ne sont point du tout des hommes*" mit folgender sehr vorsichtigen Bemerkung: „*Quand on vous dit, que la lune est habitée, vous y représentez aussitôt des hommes faits comme nous; et puis, si vous êtes un peu Theologiens, vous voilà pleins de difficultés!*"

Man muß sich hüten, die Aehnlichkeit des Monds mit der Erde so sehr zu übertreiben, als etwa **Wilkins** (A dis-

course of a new World. 1638 und Disc. concerning a new planet. 1640. zusammen verdeutscht von Doppelmayr: Vertheidigter Copernicus, Leipz. 1713. 4.) und der Freyherr **von Wolf**, in seinen Anfangsgründen der Astronomie, gethan haben. Der letztere nimmt die dunkeln Flecken der Mondscheibe geradehin für Meere, und um den Mond eine Atmosphäre an, und findet auf ihm Inseln, Klippen, Vorgebirge, Dünste, Regen, Schnee, Thau, Pflanzen, Bäume, Thiere und Menschen: kurz alles eben so, wie es auf unserm Erdboden ist. Daß aber das Daseyn der Meere und der Luft im Monde noch sehr zweifelhaft sey, wird bey den Worten: **Mondflecken** und **Atmosphäre des Monds** gezeigt. Ueberdies macht die Anordnung der Berge, welche im Monde mehr in Rundungen liegen, da sie sich auf der Erdfläche in langen Reihen strecken, einen ganz andern Bau der Mondskugel und eine andere Oekonomie der Natur, als bey uns, wahrscheinlich. Wer wollte auch den Schöpfer darauf einschränken, überall nur immer eben dieselben Arten der Mischung und Zusammensetzung der Körper gebraucht zu haben? Ist es nicht seiner Größe anständiger, zu glauben, er habe den Zweck, glückliche Geschöpfe hervorzubringen, durch unendlich mannigfaltige Mittel zu erreichen gewußt? Mir ist es daher sehr wahrscheinlich, daß die Naturgeschichte des Monds eine ganz andere, als die unsrige, sey, und daß, wie **Cassini** (Elemens de l'astron. p. 255.) vermuthet, selbst die Grundstoffe, woraus der Mond besteht, von denen unterschieden sind, welche die Erde bilden.

Bey der Sonnenfinsterniß am 21. May 1706, welche in der Oberlausitz total erschien, sahe Liesmann, ein Arzt zu Budissin, nebst andern Zuschauern, in der dunkeln vor der Sonne stehenden Mondscheibe drey blitzende Stellen, und schloß daraus, daß der Mond **durchlöchert** sey (Breslauische Miscellanea vom J. 1706. auch Lichtenberg Magazin für das Neuste a. der Phys. II B. 1 St. S. 189.). Etwas ähnliches scheinen Halley (Phil. Trans. no. 343.) und **Louville** bey der Sonnenfinsterniß am 3. May 1715 gesehen zu haben. Sie erklärten es für Blitze in der Mond-

luft. Die merkwürdigste Beobachtung dieser Art machte Don Anton Ulloa (Philos. Trans. Vol. LXIX. P. I. no. 11.) bey der Finsterniß am 24. Jun. 1778, die er auf dem Schiffe zwischen Cap. St. Vincent und Tercera, total mit Dauer sahe. Ungefähr $1\frac{1}{4}$ Min. vor dem Austritte des Sonnenrands aus der gänzlichen Verfinsterung ward er nebst seinen Gefährten einen kleinen hellen Punkt auf der dunkeln Mondscheibe gewahr, der einem Sterne vierter Größe gleich schien, und an Licht zunahm. Als er etwa so groß, wie ein Stern der zweyten Größe geworden war, trat der Sonnenrand hervor. Der Punkt sahe röthlich aus, und befand sich am nordwestlichen Rande der Mondscheibe, ein wenig nordwärts von der Stelle, an welcher die Emersion erfolgte. Die übrigen Beobachter sahen ihn ebenfalls, und durch andere Fernröhre. Don Ulloa ist sehr geneigt zu glauben, daß an dieser Stelle ein Loch durch den Mond gehe, und das Wachsen des Lichts von dem dahinter weggehenden Sonnenrande hergerührt habe. Man könnte aber auch dieses seltene Phänomen zu den hellen Punkten rechnen, welche neuerlich auf der Mondscheibe entdeckt worden sind, und für Vulkane gehalten werden, s. Mondflecken. Die röthliche Farbe desselben scheint dieser Vermuthung nicht entgegen zu seyn.

Mit mehr Zuverläßigkeit läst sich bestimmen, wie einem im Monde befindlichen Auge der Himmel mit den übrigen Weltkörpern erscheinen müsse. Die Sonne erscheint den Seleniten eben so groß, als uns, und giebt ihnen durch ihren Auf- und Untergang Tag und Nacht, deren Zeitraum aber $29\frac{1}{2}$mal länger, als bey uns, dauert. Die Fixsterne vollenden ihren Umlauf um den Himmel in einer Zeit, welche $27\frac{1}{3}$ von unsern Tagen gleich ist. Die Erde erscheint nur der einen Helfte des Monds, als eine helle Scheibe von 2° Durchmesser, steht aber fast unbeweglich am Himmel, und verrückt ihre Stelle nur wegen des Schwankens um 6 — 8 Grade. Die festen Länder und Inseln der Erde erscheinen auf dieser Scheibe, als dunkle Flecken, und man bemerkt ihre 24stündige Umwälzung um die Erdpole. Diese Erdscheibe zeigt auch alle die Lichtabwechselungen, die

wir am Monde sehen. Sie ist dunkel (Noviterrium), wenn sie bey der Sonne steht, zur Helfte erleuchtet, wenn sie 90° von der letztern entfernt ist, voll (Pleniterrium), wenn sie der Sonne gegenüber gesehen wird. Sie verursachet Sonnenfinsterniße, und leidet durch den Mondschatten Erdfinsterniße. Die übrigen Planeten erscheinen fast eben so, wie bey uns, nur werden sie von der Erde öfter, als bey uns vom Monde, bedeckt. Die genauere Bestimmung dieser Phänomene macht einen Theil der vergleichenden Astronomie (Astronomia comparativa) aus, welche von Fontenelle, Gregory (Elem. Astr. geometr. et phys. Lib. VI.) und Haupt (Instit. astron. sphaericae, theoricae et comparativae. Lemgov. 1743. 8.), und für den Mond insbesondere von Kepler (Somnium de astronomia lunari, Opus posth. acc. Plutarchi lib. de facie in orbe lunae. Frf. 1634. 4.) und Hevel (Selenographia p. 294 sq.) umständlicher vorgetragen wird.

Die Astronomen bezeichnen den Mond mit ☾.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde ꝛc. Berlin, 1778. 1 Band, §. 368 u. f. 418 u. f.

Kästner Anfangsgr. der Astronomie. Göttingen, 1781. 8. an mehreren Stellen.

de la Lande Astronomisches Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. S. 643. 686.

Monden der Planeten, s. **Nebenplaneten**.

Mondenjahr, s. **Jahr**.

Mondfinsterniße, s. **Finsterniße**.

Mondflecken, Maculae lunares, *Taches de la lune*. Die dunkeln Theile der Mondscheibe, welche das empfangene Sonnenlicht nicht so stark, als die übrigen, zurückwerfen. Schon mit bloßen Augen sieht man deren einige sehr große: durchs Fernrohr aber erscheinen weit mehrere, hauptsächlich viele kleine einzelne, welche einen hellern oder dunklern Grund zeigen, und wie mit einem Walle eingefaßt sind. An manchen sieht man sehr deutlich, daß diese Einfassung erhöht ist, der innere Grund aber aus einer Vertiefung besteht.

Die größern dunkeln Flecken des Monds stellen sich, wenn sie von der Grenzlinie der Erleuchtung durchschnitten werden, allezeit glatt, und ohne hervorragende Theile dar. Sie scheinen also **Ebnen** zu seyn, deren Materie das Sonnenlicht nicht so stark zurückwirft, sondern mehr in sich nimmt oder durchläßt. Es war natürlich, bey einer durchsichtigen Materie mit ebner Oberfläche an **Wasser** zu denken, und so diese Flecken für **Meere** im Monde zu halten. Dafür nehmen sie auch **Hevel** und **Riccioli** wirklich an, und legen ihnen Namen von Meeren bey. Allein da es auch feste Materien giebt, die bey gleicher Beleuchtung dunkler, als andere aussehen, so ist dieser Schluß nicht völlig sicher, so allgemein man ihn sonst auch annahm. **Huygens** (Cosmotheor. L. II. ed. Hag. 1698. 4. p. 114.) hat mit größern Fernröhren Vertiefungen in diesen Flecken wahrgenommen (cavitates exiguas rotundas, umbris intus cadentibus, quod maris superficiei convenire nequit), und läugnet daher die Meere im Monde gänzlich. Auch müsten aus so viel Wasser, das 14 Tage lang von der Sonne beschienen wird, häufige Dünste aufsteigen, und den Mond trüb machen, wovon man doch nichts bemerkt. Diese Flecken scheinen also zwar größtentheils Ebnen, aber nicht Meere zu seyn, ob man ihnen gleich die einmal angenommenen Namen der Meere lassen muß.

In den hellern Theilen der Mondscheibe zeigt sich die Grenzlinie der Erleuchtung durch Fernröhre allezeit höckricht und auf verschiedene Art gebogen. Dies zeigt offenbar **Unebenheit** oder Höhen und Tiefen, Berge und Thäler, an, dergleichen durch gute Fernröhre auch ausserhalb der Erleuchtungsgrenze häufig in die Augen fallen. **Bianchini** (Hesperi et Phosphori nova phaenomena. Romae, 1728. fol. p. 6.) bildet eine durch lange Fernröhre betrachtete Gegend der Mondscheibe ab, auf die man nur einen Blick werfen darf, um ansehnliche Höhen und Tiefen darinn zu erkennen. Ueberdies erscheinen neben der Grenzlinie der Erleuchtung häufige helle Puncte, die eigentlich noch in dem unerleuchteten Theile der Mondkugel liegen, und nichts anders seyn können, als hohe Spitzen, welche die Sonne

schon erleuchtet, indem die umliegenden tiefern Gegenden noch im Dunkeln liegen.

Sehr viele im hellen Theile einzeln zerstreute Flecken haben eine runde oder längliche Gestalt, wie C, D, E, Taf. XVII. Fig. 56., und scheinen Vertiefungen mit einem Wall umgeben, oder Thäler zwischen Rundungen von Bergen zu seyn. Wenn die Sonne von A her scheint, so fallen die Schatten der Wälle, wie bey C, nach der rechten; wenn sie aber gegen B steht, wie bey D, nach der linken Hand. Im Vollmonde, wenn die Sonnenstralen senkrecht auf die Mitte der Mondscheibe fallen, verschwinden diese Schatten gänzlich, und die Flecken bilden ein dunkles undeutlich begrenztes Oval, wie E. Ueberhaupt wirft jede Erhöhung auf der Mondfläche, wenn die Sonne zur Seite steht, oder im zu- und abnehmenden Mond, einen Schatten der Sonne gegenüber, der im Vollmonde verschwindet. Dies vollendet die Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Erhöhungen, und macht zugleich, daß die Mondflecken im Vollmonde ganz anders, als in den übrigen Phasen, aussehen. Der Vollmond zeigt nur die beständigen Flecken, da man in den übrigen Phasen auch veränderliche, oder Schatten, wahrnimmt.

Diese rauhe Beschaffenheit der Mondfläche ist die Ursache, daß uns dieselbe so stark leuchtet, wie schon Plutarch (De facie in orbe lunae) angiebt. Nemlich jede Stelle von ihr sendet Licht nach sehr vielerley Seiten zurück. Hätte der Mond eine vollkommen glatte Fläche, so würde sich die Sonne auf ihm, wie in einem erhabnen Kugelspiegel, abbilden, und ihr Bild würde nach Kästners Berechnung (Nov. Comm. Soc. Gotting. 1777. p. 114.) auf dem Vollmonde nur eine scheinbare Größe von etwa 4 Secunden haben.

Die Höhen der Mondberge müssen bey einigen derselben sehr beträchtlich seyn. Hevel (Selenogr. c. 8. p. 266.) hat gefunden, daß die Spitze eines Berges schon erleuchtet ward, als sie im Mondsviertel noch um $\frac{1}{11}$ des Mondhalbmessers von der Grenze der Erleuchtung abstand. Nun sey Taf. XVII. Fig. 57. diese Spitze D, die Sonne in S, SD

der Sonnenstral, welcher an der Erleuchtungsgrenze AB die Mondkugel berührt, und die Spitze D trift; so ist AD nach der Beobachtung = $\frac{1}{13}$. AC = 0,07692 AC. Dies ist die Tangente von ACD, der nach den Tafeln die Secante CD = 1,00295. AC zugehört. Zieht man hievon CE = AC ab, so bleibt ED die Höhe des Berges = 0,00295. AC, oder (weil AC nach dem Art. **Mond** = 234 Meilen) = 0,00295. 234, = 0,69 d. i. etwas über $\frac{2}{3}$ einer geographischen Meile übrig. Dies beträgt 2629 Toisen für die Höhe eines Mondbergs, da der Pichincha, einer der höchsten Berge der Erde, nur 2430 Toisen hat.

Hevel (Selenographia. Dantisci, 1647. fol.) und **Riccioli** (Almagestum novum. Bonon. 1651. fol.) haben den vornehmsten Mondflecken Namen beygelegt, die jener von den Meeren, Ländern und Bergen der Erde, dieser von den Namen der berühmtesten Astronomen und Physiker entlehnte. Diese leztern sind in der heutigen Sternkunde allgemein angenommen. Nomenclaturen, worinn beyderley Benennungen verglichen sind, liefern **Rost** (Astronom. Handbuch, Nürnb. 1718. 4. III. Th. 12 Cap.) und **P. Hell** (Ephemerid. Vienn. bey Erklärung der beygefügten Mondkarte). Von den Abbildungen der Mondflecken handlet der Art. **Mondkarten.**

Die Anordnung der Berge im Monde verräth einen besondern Bau der Mondsfläche, da die Berge nicht in gestreckten Reihen, wie auf der Erde, sondern in Rundungen liegen, welche große Thäler umschließen. Schwerlich kan dies ein Werk des bloßen Zufalls seyn. Zween scharfsinnige Naturforscher, Herr **Lichtenberg** in Göttingen (Göttingisches Magazin von Lichtenberg und Forster. 1781. erstes Stück) und **Aepinus** in Petersburg (s. Lichtenbergs Mag. für das Neuste aus d. Phys. I B. 4 St. S. 155.) kamen zu gleicher Zeit auf den Gedanken, daß die meisten Mondberge vulkanischen Ursprungs seyn möchten, und daß bey Bildung der Mondsfläche das Feuer vielleicht das vornehmste Werkzeug gewesen sey, welches mit dem vermutheten Mangel der Meere und des Wassers im Monde sehr wohl übereinstimmt. Aepinus ward auf diesen Gedanken

durch eine Vergleichung der Mondkarten mit den Abbildungen der Vulkane in Hamiltons Campis phlegraeis geleitet. Er zeigt hauptsächlich die Aehnlichkeit der drey merkwürdigen Flecken, welche nach Riccioli Tycho, Copernicus und Kepler heissen, mit großen Cratern ausgebrannter Vulkane, aus welchen sich Lavaströme nach allen Seiten ergossen haben. Er hält die einzelnen mit Wällen umgebnen Flecken sämtlich für große runde Craters, welche sich nach ihrem Erlöschen durch Platformen oder Bassins geschloßen haben, und erklärt die ovale Gestalt sehr richtig aus ihrer Lage auf der Mondskugel, nach welcher sie sich dem Auge schief und verkürzt darstellen.

Am 4. May 1783 entdeckte Herr Herschel durch sein vortrefliches Teleskop im dunkeln Theile des Monds einen leuchtenden Punkt, den er für einen noch wirklich brennenden Vulkan erkannte. Vierzehn Tage darauf sahe er an eben der Stelle, innerhalb des Berges, den Hevel Porphyrites, Riccioli Aristarchus nennt, zween kleine kegelförmige Berge nahe an einem dritten, den er vorher schon beobachtet hatte, und rund um dieselben glaubte er Erscheinungen wahrzunehmen, welche Lavaflüssen ähnlich waren. Herr Bode, der dies im Jahrbuche für 1788 erzählt, fügt hinzu, schon am 16. März 1783 habe ein ungenannter Beobachter mit einem 5füßigen Fernrohr Funken am hellen östlichen Mondrande entdeckt, welche wie Sterne 6ter oder 7der Größe hinter der erleuchteten Scheibe schnell und in gerader Richtung empor schossen, und in einem gegen Osten geneigten Bogen wieder auf den Mond herabfielen. Am 19. April 1787 sahe Herr Herschel zur Zeit des neuen Mondlichts in eben der Gegend drey helle Punkte, die er auch beym folgenden Mondwechsel am 18. May wiederfand: er schätzte den Crater des einen auf 6 englische Meilen im Umfange. Am 19. und 20. May ward dies auch vom Hrn. Grafen von Brühl zu London durch eigne Beobachtung bestätiget; das Phänomen zeigte sich wie röthliche Punkte einer glühenden Kohle. Nach einer Nachricht des Herrn de la Lande (Journal de Paris, 1788. no. 79.) hat Herr Nouet am 13. May 1788 auf der königlichen

Sternwarte einen leuchtenden Punkt wie einen Stern der 6ten Größe gesehen, und andern Astronomen durch andere Fernröhre gezeigt. Die Stelle ist nach dieser Angabe am nordöstlichen Theile des Monds und steht um $\frac{1}{10}$ des scheinbaren Monddurchmessers vom Mondrande ab, gegen den Flecken zu, der unter dem Namen Helikon bekannt ist, und beyin Hevel Insula erroris heißt. Am 9. und 10. April 1788 sahe Herr von Zach in Gotha eben dasselbe Phänomen auf der dunkeln Mondscheibe, wie einen röthlich schimmernden etwas länglichen Punkt, etwa 5″ im Durchmesser, von der Farbe, die der Planet Mars dem bloßen Auge zeigt: und an eben diesen Tagen hat es auch Herr Bode (s. Allgem. Litteratur Zeit. v. 1788. Num. 117.) in Berlin wahrgenommen. Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal (s. Götting. gel. Anz. 1788, 72stes St.) fand an eben dem 9. April einen neuen kleinen Lichtfleck nahe beym Aristarch, der mit Aristarchs lichtem Kern und dem Grimaldi einen sehr stumpfen Winkel machte. Sein Licht war nebelartig, glimmend, nicht röthlich, sondern weißlich matt und kaum halb so lebhaft, als das Licht des Aristarchs; doch blinkte darinn zuweilen ein äusserst feines helleres Lichtpünktchen. Auch Herr Fischer zu Manheim sahe am 11. Jänner 1788 einen neuen Lichtfleck in der Gegend des Plato, den aber Herr Schröter im April nicht finden konnte. Noch mehr Veränderungen auf der Mondfläche, die Herschel beobachtet hat, werden im berl. astronomischen Jahrbuche für 1789 angezeigt.

Ob diese hellen Punkte, die nach dem Zeugniße so vieler glaubwürdigen Beobachter unläugbar auf der dunkeln Mondscheibe erscheinen, und ihr Licht verändern, wirklich brennende Vulkane sind, kan wohl noch nicht entschieden werden. Daß es deren mehrere giebt, zeigt die Verschiedenheit der Stellen des Aristarchs und des Helikon, ob gleich dieselben nicht sehr weit aus einander liegen. Daß der Aristarch oder Porphyrites eine röthliche Farbe habe, bemerkt schon Hevel (Selenogr. p. 353. sq.) und vermuthet sogar, daß die Gegend vulkanisch seyn möge. Einen besondern Lichtstreif im Plato hat auch Bianchini (Hesp. et

phosph. nova phaen. p. 6.) wahrgenommen. Uebrigens lassen sich vielleicht aus diesen hellen Punkten auch die Erscheinungen erklären, welche Liesmann, Halley, Louville und Ulloa bey Sonnenfinsternißen wahrgenommen, und theils für Blitze, theils für Löcher im Monde gehalten haben, s. **Mond**. Hoffentlich werden wir durch die neuern so vortreflichen Teleskope bald mehr Aufklärung über diese noch dunkeln Gegenstände erhalten.

Hevelii Selenographia. Dantisci, 1647. fol.
Bode kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, I Theil §. 420 u. f.
Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgesch. III—V Band, an mehrern Stellen.

Mondkarten, Tabulae selenographicae, *Tables selénographiques.* Abbildungen der Mondscheibe mit ihren Flecken. Die Flecken werden entweder so vorgestellt, wie sie sich im Vollmonde zeigen, d. i. ohne Schatten, oder so, wie man einen jeden in den Phasen sieht, wenn er an der Erleuchtungsgrenze steht.

Galilei fügte schon 1610 seinem Nuncio sidereo eine Abbildung des Monds bey, welche jedoch sehr unvollkommen ist. Hevel in Danzig, der sich seit 1639 den astronomischen Beobachtungen ganz widmete, eine eigne Sternwarte errichtete, und seine Fernröhre selbst verfertigte, beschäftigte sich in den ersten 8 Jahren mit dem Monde, fieng an, seine Phasen und Flecken mit äusserster Sorgfalt zu beobachten, zu zeichnen und in Kupfer zu stechen, und brachte dadurch im Jahre 1647 seine Selenographie zu Stande, welche die ersten genauen Mondkarten, sowohl für das volle Licht (p. 222.), als für die Phasen (p. 262.), enthält. In der Voraussetzung, daß die dunkeln Flecke Meere, die hellen Land sind, hat er auch (p. 227.) eine unsern Landkarten ähnliche Abbildung des Mondes mitgetheilt. Seine Arbeit ist in ihrer Art einzig, und würde schon allein sein Andenken unvergeßlich machen.

Zu gleicher Zeit hatte auch Grimaldi in Rom Abbildungen der Mondflecke gemacht, aus welchen Riccioli (Almag. nov. Bonon. 1651. fol. P. I. L. IV. c. 7.) eine

Mondkarte mittheilte, auf der die Berge Namen berühmter Astronomen und Physiker führen, die Benennungen der dunkeln Flecken oder Meere aber willkührlich gewählt sind. Diese Namen des Riccioli sind im Gebrauch geblieben. Doppelmayr hat auf einer Karte seines Himmelsatlas zwo Mondkarten, eine für den Vollmond mit Hevels, die andere für die Phasen mit Riccioli Namen zusammengestellt.

Mit diesen Arbeiten begnügte man sich, bis Tobias Mayer (Kosmograph. Nachr. und Sammlungen. 1748. IV Abh.) bemerkte, daß der neuere Zustand der Sternkunde vollkommnere Abbildungen der Mondflecken erfordere. Die Umwälzung des Monds um seine Axe giebt ihm einen Aequator, Pole und Meridiane, die sich von der Erde aus gesehen, orthographisch auf eine durch den Mittelpunkt des Monds gelegte Ebne projiciren, und auf welchen man, wenn der scheinbare Ort eines Flecken durch Mikrometer genau bestimmt ist, die selenographische Länge und Breite desselben angeben, und seinen wahren Ort auf der Kugel des Monds bestimmen kan. Diese Bestimmungen vollkommen zu machen, und Mondkugeln nach selbigen zu verfertigen, war Mayers Plan (Bericht von den Mondskugeln, Nürnb. 1750. 4.). Was er hiezu verfertiget hatte, ist von der Regierung zu Hannover für das göttingische Observatorium gekauft worden, und Herr Lichtenberg (*Tob. Mayeri* Opera inedita, Vol. I, Gotting. 1773. 4maj.) hat daraus eine schöne von Kaltenhofer gestochne Mondkarte mit einem Verzeichniße von den Längen und Breiten der vornehmsten Flecken herausgegeben.

Auch Lambert hatte eine solche Bestimmung der Längen und Breiten für die Mondflecken unternommen, und in den berliner Ephemeriden für 1776 ein Verzeichniß derselben, nebst einer neuen Mondkarte mitgetheilt. Er rühmt dabey die Genauigkeit von Hevels Zeichnungen, wogegen er die Ricciolischen oder vielmehr Grimaldischen sehr schlecht, und fast ganz unbrauchbar fand. Sonst finden sich auch kleinere Abbildungen der Mondscheibe beym Rost (Atlas portatilis coelestis. Nürnb. 1723. 2te Aufl. 1743. 8.)

und Bode (Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. 3te Ausg. Berlin, 1777. gr. 8. Taf. V.).

Mondphasen, Mondsgestalten, Mondsbrüche, Lichtabwechselungen des Monds, Phases s. Apparitiones lunae, *Phases de la lune*. Die verschiedenen Gestalten, unter welchen wir den hellen Theil der Mondscheibe erblicken. Die Reihe ihrer Abwechselungen fällt dem flüchtigsten Beobachter des Himmels in die Augen, wird insgemein mit dem Namen des Mondwechsels belegt, und hat ihren Grund darinn, weil uns der Mond seine von der Sonne erleuchtete Helfte bald ganz, bald nur zum Theil, bald gar nicht zuwendet.

Taf. XVII. Fig. 58. stehe in S die Sonne, in T die Erde, um welche der Mond in der Bahn a b c d umläuft. Ist nun der Mond in a zwischen der Sonne und Erde, so wendet er seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und wir sehen ihn gar nicht. Dies nennen wir Neumond (Novilunium, *Nouvelle lune*). Entfernt er sich wieder von der Sonne gegen Morgen, so wird er Abends nach Sonnenuntergang sichtbar, und fängt uns an einen Theil seiner hellen Seite zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem Neumonde ist er 45° von der Sonne, erscheint sichelförmig (luna falcata) und nimmt immer mehr an Lichte zu. Am 8ten Tage steht er 90° von der Sonne in b, und kehrt uns genau die Helfte seiner hellen Seite zu, erscheint daher an der rechten oder der Sonne zugewendeten Seite erleuchtet, welches wir das erste Viertel (Quadratura prima, *Premier quartier*) nennen. Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, seine Gestalt wird oval (luna gibba), und er kömmt zwischen dem 11ten und 12ten Tage 135° von der Sonne. Endlich zeigt er sich am 15ten Tage in c der Sonne gerade gegenüber, wendet seine erleuchtete Halbkugel der Nachtseite der Erde völlig zu, und erscheint kreisrund als Vollmond (Plenilunium, *Pleine lune*). Zu dieser Zeit geht er auf, wenn die Sonne untergeht, und ist die ganze Nacht sichtbar.

Bis hieher heißt die Reihe der Phasen der zunehmende Mond (luna crescens, *Croissant*). Von nun an aber nimmt sein Licht auf der westlichen Seite wieder ab, je weiter er fortgeht, oder je näher er wieder zur Sonne rückt. Die folgenden Phasen machen also den abnehmenden Mond (luna decrescens, *Décours*) aus, wobey der Mond auf der Abendseite der Sonne steht, erst in der Nacht aufgeht und bey 225° wieder oval erscheint. Sieben Tage nach dem Vollmonde kömmt er nach d, hat sich der Sonne wieder bis 90° genähert, ist auf der linken Seite genau halb erleuchtet und im **lezten Viertel** (Quadratura ultima, *Dernier quartier*). Hierauf wird er wieder sichelförmig, zeigt sich des Morgens vor Sonnenaufgang mit immer mehr abnehmendem Lichte, bis er 29 Tage nach dem vorigen Neumonde wieder nach a zur Sonne kömmt. Die ganze Reihe dieser Erscheinungen heißt ein **Mondwechsel**, s. **Lunation**. Der Neumond und Vollmond führen den Namen der **Syzygien**.

Die Größe des erleuchteten Theils vom Monde richtet sich, wie die mathematische Betrachtung leicht zeiget, nach dem Queersinus seines Abstands oder seiner Elongation von der Sonne. Dieser Abstand ändert sich beyläufig alle Tage um $13\frac{1}{6}$°. Vier Tage nach dem Neumonde wird er also $52\frac{2}{3}$° betragen. Um nun dafür die Mondphase zu finden, nehme man im Kreise ADBE Taf. XVII. Fig. 59. den Bogen AF = $52\frac{2}{3}$°, so wird FG dessen Sinus, AG der Queersinus seyn. Dieser ist die Breite des scheinbaren hellen Theils. Verzeichnet man nun durch die drey Punkte D, G, E eine Ellipse, so ist diese die **Grenze der Erleuchtung** (confinium lucis et umbrae), an der sich der dunkle Theil vom hellen scheidet, und die gesuchte sichelförmige Mondphase ist AFDGEA, dagegen der übrige Theil DBEGD dunkel bleibt.

Für den Abstand 90° wird der Bogen AD ein Quadrant, dessen Queersinus AC der Halbmesser selbst ist. Hier fallen also die Punkte DCE in eine gerade Linie, die Erleuchtungsgrenze wird ein Durchmesser DE, und die Phase des Monds ist der Halbkreis DCEA. Man nennt

diese Phase, die der Mond in den Vierteln zeigt, die Dichotomie (Dichotomia, luna dichotoma). Eilf Tage nach dem Neumond wird des Monds Abstand von der Sonne 145° = AI, und sein Queersinus AH. Die elliptische Erleuchtungsgrenze geht also durch DHE, und der helle Theil bekömmt die ovale Gestalt ADHE. Im Vollmonde endlich wird der Queersinus von 180° dem ganzen Durchmesser AB gleich, und man sieht die ganze Scheibe hell. Nach dem Vollmonde kehren diese Erscheinungen in umgekehrter Ordnung wieder, so wie der Abstand des Monds von der Sonne, von Abend gegen Morgen gerechnet, nach und nach den Bogen ADBK, ADBE u. s. w. gleich wird.

Bey jeder Mondphase ist der Theil des Mondrands, der die sichtbare Helfte von der unsichtbaren scheidet, ein Halbkreis, wie DE, die Erleuchtungsgrenze aber erscheint elliptisch, und ist nur in den Vierteln eine gerade Linie, im Voll- und Neumonde aber ein völliger Kreis. Ihre elliptische Gestalt führt Scipio Claramonti (De phasibus lunae in Opusc. var. Bonon. 1653.) als etwas Neuentdecktes an. Durch Fernröhre sieht man den halbkreisförmigen Mondrand glatt abgeschnitten, die Erleuchtungsgrenze aber, wo sie nicht durch dunkle Mondflecken geht, höckricht und auf vielerley Art gebogen. Hevel hat mit unbeschreiblicher Mühe 36 Mondphasen von 10 zu 10 Grad Elongation, nach wirklichen Beobachtungen gezeichnet, die er alle mit besondern Namen (luna prima, juvenis, adulta &c.) unterscheidet.

Wenn der helle Theil der Mondscheibe klein ist, d. i. einige Tage vor und nach dem Neumonde, oder in der Gegend von 315° bis 45° Taf. XVII. Fig. 58., sieht man durch Fernröhre und oft mit bloßen Augen auch den dunkeln Theil der Mondscheibe, aber nur blaß, und mit einem aschfarbigen Lichte (lumen secundarium) erleuchtet. Dieses schwache Licht kannten schon die Alten, und schrieben es theils einem eignen Lichte des Monds, theils seiner Durchsichtigkeit zu. Tycho leitet es von der Venus her. Mästlin aber (s. *Kepler* Astr. pars optica in Paralipom. ad Vitellionem p. 254.) lehrte zuerst, daß es die Erleuchtung ist, welche der Mond von der

Erde erhält. Nemlich zu eben der Zeit, da sich dieses Licht zeigt, wird im Monde die Erde voll gesehen (Pleniterrium). Sie leuchtet ihm alsdann am stärksten, und mit einer 14mal grössern Fläche, als die seinige, mit der er uns leuchtet. Hiebey scheint die helle Sichel des Monds einem größern Kreise zuzugehören, als der schwächer erleuchtete dunkle Theil, s. Gesichtsbetrüge (Th. II. S. 471.)

Bode kurzgef. Erl. der Sternkunde Th. I. §. 368. 418.

Mondsviertel, s. **Mondphasen**, **Quadraturen**.

Montgolfiere, s. **Aerostat**.

Morgen, **Morgengegend**, Oriens, Plaga orientalis, *Orient*, *Est*. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, an welcher die Gestirne aufgehen. Man hat sie zur Linken, wenn man das Gesicht gegen Mittag kehret.

Morgen, **Morgenzeit**, Mane, Tempus matutinum, *Matin*. Die Zeit, um welche die Sonne aufgeht, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Aufgangs mit begriffen.

Morgendämmerung, s. **Dämmerung**.

Morgenpunkt, **Ostpunkt**, Oriens, *Orient*, *Levant*, *Est*. Der Durchschnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an derjenigen Stelle des Himmels, an welcher die Gestirne aufgehen. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die Hauptgegenden bestimmt werden, s. **Weltgegenden**. Die Schiffer nennen ihn Osten. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Morgengegend**, und man sagt von dem, was sich in dieser Gegend zuträgt, es geschehe gegen **Morgen**. An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21. März und 23. Sept.), wenn die Sonne im Aequator steht, geht sie im Morgenpunkte selbst auf. An den übrigen Tagen des Jahrs stehen die Punkte des Horizonts, in welchen die Sonne aufgeht, von diesem wahren oder eigentlichen **Morgenpunkte** ab, und fallen bey uns im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter wei-

ter gegen Mittag. Am längsten und kürzesteu Tage sind sie vom wahren Morgenpunkte am weitsten entfernt, und führen bisweilen den Namen des Sommer- und Wintermorgenpunkts (*Orient d'été*, *Orient d'hiver*). Für Leipzig stehen sie vom wahren Morgenpunkte um 39° 35′ 39″ ab.

Morgenröthe, Aurora, *Aurore*. Die rothe Farbe, welche sich um die Zeit des Sonnenaufgangs am Himmel und an den Wolken zeigt. Bey Sonnenuntergang bemerkt man sie ebenfalls, oft noch schöner, unter dem Namen der Abendröthe. Newton (Optice L. II. Part. 2. prop. 5.) suchte die Ursache derselben in der Größe der Dunstbläschen, aus welchen die Wolken bestehen, welche gerade nur zur Zurückwerfung der rothen Stralen geschickt sey: aber Melville (Edinburgh Essays Vol. II. p. 75.) vermuthet wahrscheinlicher, daß vom Sonnenlichte, wenn es vom Horizonte her, und also durch eine große Strecke Luft kömmt, zuerst die blauen, dann die gelben Stralen, und zuletzt erst die rothen verlohren gehen, daher die Sonne hoch am Himmel weiß, in niedrigern Stellen gelblich, und am Horizonte ganz roth erscheint, auch die Wolken und Dünste, auf welche das Licht von der Sonne am Horizonte durch eine große Strecke Luft fällt, nur rothe Stralen empfangen, und daher in verschiedenen Graden roth gefärbt werden.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 333 u. f.

Morgenstern, Phosphorus, Lucifer. Ein Beyname der Venus, wenn sie nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne auf der Abendseite derselben erscheint, und also des Morgens vor Sonnen Aufgang gesehen wird, s. Venus.

Morgenweite, Amplitudo ortiva, *Amplitude ortive ou orientale*. Die Morgenweite eines Gestirns ist der Abstand des Punktes, in welchem es aufgeht, vom wahren Morgenpunkte. Sie ist ein Bogen des Horizonts, und heist nördlich, wenn der Aufgangspunkt des Gestirns

vom Morgenpunkte mitternachtwärts, südlich, wenn er mittagwärts absteht. Die Gestirne in der nördlichen Halbkugel des Himmels haben nördliche, die in der südlichen südliche Morgenweiten.

Die Morgenweite der Gestirne wird aus ihrer Abweichung und der Polhöhe des Orts durch eben die Formel, wie die Abendweite, gefunden, s. Abendweite. Die Tafeln für die Abendweiten gelten also auch für die Morgenweiten, nur daß man für Gestirne, deren Abweichung sich den Tag über ändert, hier diejenige Abweichung brauchen muß, die sie im Augenblicke ihres Aufgangs haben.

Die Berechnung der Morgenweiten der Sonne dient vorzüglich den Seefahrern zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel.

Mufferen, s. Gas (Th. II. S. 352.).

Musik, s. Akustik, Ton.

Muskeln, Musculi, *Muscles*. Die fleischigen Theile, durch deren Zusammenziehung die Bewegungen des thierischen Körpers hervorgebracht werden. Diese Muskeln bestehen aus langen, cylindrischen, parallellaufenden Fibern oder Fasern, s. Fibern, welche bey den warmblütigen Thieren eine rothe Farbe haben. Der mittlere Theil des Muskels ist gewöhnlich der stärkste, und fleischigste, die Enden sind schlanker und härter, oder flechsenartig, besonders da, wo sie sich mit den Knochen verbinden.

Ueber die Zusammensetzung der Muskeln aus ihren Fibern sind die Meinungen sehr getheilt gewesen. D. Hook und Swammerdam verglichen die kleinste Fiber mit einer Reihe von Kügelchen, Cowper und Le Cat mit einer Reihe Zellen oder Bläschen, Borelli setzte die Muskeln aus Reihen von Parallelogrammen oder Rhomboiden von Fäden zusammen. Die meisten neuern aber nehmen sie mit Muys und Haller für cylindrisch an. Diese Fibern verbindet ein Zellgewebe mit Blutgefäßen und Nerven.

Da die thierischen Körper eine der vornehmsten Quellen der Bewegung ausmachen, so wird es nicht überflüßig seyn, hier etwas von der Wirkung ihrer Muskeln anzufüh-

ren, obgleich dieser Gegenstand mehr zur Physiologie und Naturgeschichte, als zur Physik im eingeschränktern Sinne, gehört. Man theilt die Bewegungen des thierischen Körpers in willkührliche, avtomatische und gemischte. Von den avtomatischen giebt die Bewegung des Herzens, von den gemischten das Athemholen ein Beyspiel.

Alle diese Bewegungen erfolgen durch Zusammenziehung gewisser Muskeln. Die Fibern derselben gerathen dabey in eine zitternde Bewegung, verkürzen sich, und vermindern dadurch die Länge des ganzen Muskels so, daß seine Enden näher zusammen kommen. Eine nothwendige Folge hievon ist, daß der Muskel zugleich der Breite nach aufschwellen muß. Daß er aber hiebey seine Röthe verliere, wie nach Swammerdam und Boerhaave sonst fast alle Physiologen lehrten, erklärt Haller für ungegründet; wie er denn auch nicht zugiebt, daß sich das Volumen des Muskels merklich ändere, obgleich einige eine Verminderung des Volumens beym Zusammenziehen bemerkt haben wollen. Die flechsenartigen Enden ändern sich hiebey nicht, sie folgen blos leidend und ohne alle Mitwirkung dem Zuge des fleischigen Theils, und führen die Knochen, mit welchen sie verbunden sind, nach sich.

Diese Zusammenziehung läßt nach, sobald ihre Ursache aufhört. Alsdann nimmt der Muskel durch Verlängerung (relaxatio) der Fibern, den vorigen Zustand wieder an. Diese Abwechselungen erfolgen mit erstaunlicher Geschwindigkeit. Wenn ein englischer Wettrenner in einer Secunde 84 Schuh zurücklegt, welches 14 Schritte oder Sprünge (jeden zu 6 Schuh) beträgt, und auf jeden Schritt für das Aufheben, Fortführen, Niedersetzen und Anstemmen des Fußes 4 bis 5 Contractionen gerechnet werden, so kommen auf eine Secunde Zeit 56 bis 70 abwechselnde Zusammenziehungen und Relaxationen der Muskeln. Wenn ein Mensch, nach Hallers Versuche, in einer Minute eine Stelle der Aeneide herliest, in der 1500 Buchstaben vorkommen, so erfordert dies wenigstens 1500 Zusammenziehungen und 1500 Relaxationen in dieser kurzen Zeit. Es giebt aber Buchstaben, wie z. B. das r, welche allein 10

und mehrere Contractionen und Relaxationen erfordern, daß also zur Zusammenziehung weit weniger Zeit, als eine Tertie hinlänglich seyn muß.

Eben so erstaunenswürdig ist die Stärke der Kraft, welche durch dieses Zusammenziehen der Muskeln überwältiget werden kan. Von dieser Kraft, und der Art, wie die Knochen, als Hebel, durch die Muskeln in Bewegung gesetzt werden, handelt das bekannte Werk des Borelli (*Jo. Alph. Borelli* Neapol. Math. Prof. De motu animalium Romae 1680. 4. edit. cum *Jo. Bernoullii* medit. de motu musculorum. Lugd. Bat. 1710. 4.), und Desaguliers (Course of experimental philos. To. I. p. 290 sq.). Die Muskeln, welche den Fuß und die Schenkel starr halten, tragen das ganze Gewicht eines Mannes, das sich auf 140 Pfund setzen läst, und heben dasselbe, wenn er sich auf den Zehen aufrichtet. Oft tragen Menschen in dieser Stellung noch 160 Pfund auf den Schultern, daß also diese Muskeln stark genug sind, 300 Pfund zu halten. Im Tragen und Halten schwerer Lasten bey aufgerichtetem Körper, wo die Knochen von oben her gedruckt werden, haben die Kräfte keine bestimmten Grenzen. Man sieht Menschen, die in dieser Stellung viele Centner tragen, und eben das auch mit eingebognem Leibe und Knieen thun können. Für den letztern Fall berechnet Borelli (prop. 61.), daß die Knorpel und Muskeln des Rückgrades eine Gewalt von 25585 Pfunden ausüben müssen. Die Muskeln, welche beym Biß wirken (Temporales, Masseteres, Pterygoidei interni), und die Kinnladen an einander drücken, wiegen zusammen kaum 2 Pfund, üben aber eine ungeheure Gewalt aus. Man zerbeißt Pfirschenkerne, die sonst Gewichte von 200 — 300 Pfund tragen. Borelli (prop. 87. 88.) führt an, daß ein Mensch mit den Zähnen 160 Pfund habe aufheben können. Nach Desaguliers hob ein Engländer Thomas Topham mit den Zähnen einen Tisch in die Höhe, der 6 Schuh lang war, und an dessen äusserstem Ende 50 Pfund hiengen, welches eine Last von ungeheurem Momente ist. Ein anderer zerriß mit den Hüften (durch die Extensores

femoris) einen Strick, welcher sonst ohne zu reissen, 1680 Pfund trug.

Die Bewunderung steigt aber noch höher, wenn man bedenkt, daß hiebey die Knochen als Wurfhebel bewegt werden, wobey die Kraft sehr wenig Abstand vom Ruhepunkte und eine sehr schiefe Richtung, mithin ein sehr geringes Moment hat, und also an sich bey weitem größer seyn muß, als der Widerstand, den sie überwältiget. Nach Musschenbroek (Introd. in philos. nat. To. I. §. 432.) sey Taf. XVII. Fig. 60. AEH der ausgestreckte Arm eines Menschen, der an den Fingern bey H eine Last P von 20 Pfund erhält. Wenn nun in der Achsel bey C der Ruhepunkt angenommen wird, so ist die Richtung des Muskels, der den Arm ausdehnt (Deltoides) EDF, und der Abstand der Kraft, oder das Perpendikel aus C auf diese Richtung CD; der Abstand der Last hingegen ist CH. Musschenbroek setzt im Durchschnitt genommen, CD : CH = 3 : 100 oder wie 1 : $33\frac{1}{3}$, daher, für CD = 1, das Moment der Last P = 20 × 33, 3 oder 666 wird, und die Kraft des Muskels EDF, ob sie gleich nur 20 Pfund trägt, dennoch = 666 Pfund gesetzt werden muß.

Borelli (prop. 45.) betrachtet den Arm AH als eine Zusammensetzung mehrerer Hebel, und berechnet die Kräfte aller bey dessen Ausstreckung mitwirkenden Muskeln, selbst derer in den Fingern. Was den Deltoides insbesondere betrift, so setzt er CD : CH = 1 : 30. Wäre also P = $9\frac{1}{2}$ Pfund, so würde die Kraft in EDF = 30 × $9\frac{1}{2}$ = 285 Pfund seyn müssen. Weil aber der Muskel durch Zusammenziehung wirkt, und also die eine Helfte seiner Kraft gegen F, wo er fest ist, wendet, so muß man seine ganze Kraft doppelt so groß, oder 570 Pfund setzen. Hiezu kömmt noch das Gewicht des Arms selbst = 7 Pf., das man im Schwerpunkte desselben vereiniget, also dessen Moment = 15 × 7 = 105 Pf. setzen kan, welches aber wiederum zu verdoppeln ist, daß also die ganze nach EDF wirkende Kraft = 780 Pfund wird. Die sämtlichen Kräfte aller mitwirkenden Muskeln findet Borelli 1990 Pfund, oder 209mal größer als das erhaltene Gewicht P. Sie müssen aber noch größer ange-

nommen werden, weil die Fibern des Muskels selbst mit seinem flechsenartigen Ende schiefe Winkel, etwa von 8 — 10° machen.

Um die ganze Kraft des einzigen Deltoides genauer zu prüfen, muß man die Last P Taf. XVII. Fig. 60. bey G angebracht annehmen. So verfahren Borelli (prop. 82. 84.), Joh. Chph. Sturm (Ephemerides Nat. Curios. Dec. II. Ann. III. p. 456. Ann. IV. Append.) und Segner (in Nieuwetyts Gebrauch der Weltbetrachtung, aus d. holl. Jena, 1747. 4. S. 104.). Setzt man hiebey CG = 3 DE, und den Winkel DEA = 10°, so wird die Kraft des Muskels = 3. cosec. 10°. P = 17 P (Borelli setzt CD : CG = 1 : 14, also diese Kraft = 14 P). Dies ist aber nur die Helfte der ganzen Kraft, weil die andere Helfte gegen den Punkt F, wo der Muskel fest ist, verwendet wird; man hat also die ganze Kraft auf 34 P (nach B. 28 P) zu schätzen. Diese muß nun noch wegen der Schiefe der Fibern gegen die flechsenartigen Enden des Muskels, mit dem Cosinus dieser Schiefe dividirt, oder, was ebensoviel ist, mit der Secante derselben multiplicirt werden, um die wahre Größe der aufgewendeten Kraft zu finden. Wenn man nun die Schiefe der Fibern im Deltoides = 30° setzt, wovon die Secante = 1, 15 ist, so findet man die völlige Kraft der Zusammenziehung = 34. 1, 15 P = 39 P (nach B. 32 P). Den Versuchen zufolge kan P 55 Pfund betragen. Nemlich ein Mensch kan mit ausgestrecktem Arme am Gelenk des Ellenbogens G 50 Pfund tragen, wozu noch das Gewicht des Arms von 5 Pfund kömmt. Mithin ist die ganze Kraft der Zusammenziehung des Deltoides = 39. 55 = 2145 Pfund (oder nach Borelli 1760 Pfund).

Diese Beyspiele zeigen, daß die Bewegung der Muskeln einen äusserst großen Aufwand von Kraft erfordert, von welcher allerdings ein großer Theil verlohren geht. Dennoch hat der Schöpfer diesen Bau der Muskeln nicht ohne die weiseste Absicht gewählt. Bey allen Bewegungen der thierischen Körper kömmt es nicht sowohl auf Ueberwindung großer Lasten, als vielmehr auf einen gewissen Grad der Geschwindigkeit, und auf einen bestimmten Raum an, wel-

chen das bewegte Glied zurücklegen muß. Dies ist der Fall beym Ergreifen und Umspannen mit der Hand, beym Aufheben der Gegenstände vom Boden, beym Werfen, beym Schreiten, Laufen, Steigen, und überhaupt bey den nothwendigsten Bewegungen. Da nun nach den allgemeinen mechanischen Grundgesetzen jede Ersparung der Kraft nothwendig mit Verlust an Raum und Geschwindigkeit begleitet ist, so konnte bey dem Bau der Muskeln die Schonung der Kraft nicht zum Zwecke gewählt werden, ohne den Muskeln und also dem Körper selbst, eine ungeheure Größe und unschickliche Gestalt zu geben. Um z. B. ein Pfund mit ausgestrecktem Arme, 2 Schuh hoch, durch eine Kraft von ¼ Pfund zu heben, wäre eine Verkürzung des Muskels um 8 Schuh, und also eine ungeheure Größe desselben nöthig gewesen, welche den ganzen Körper verunstaltet und höchst unbehülflich und schwer gemacht hätte. Auch hätten alsdann die Lasten nicht mit den äussersten Enden des Körpers, welche die gröste Entfernung von den Ruhepunkten haben, ergriffen werden können: vielmehr hätten sich die Muskeln vom Stamme aus bis an die äussersten Enden erstecken, und die Glieder zu Ergreifung der Lasten nahe an die Ruhepunkte versetzt werden müssen. Bey demjenigen Bau des Körpers hingegen, den die Natur wirklich gewählt hat, bewirkt eine sehr geringe Verkürzung des Muskels, welche man an der Gestalt des Körpers kaum gewahr wird, Bewegungen der Glieder durch beträchtliche Räume. So wird z. B. der Arm, durch eine Verkürzung des Deltoides um 2 Zoll, durch einen Halbkreis bewegt, dessen Halbmesser 3 Schuh hält, und weil diese Verkürzung in sehr geringer Zeit geschehen kan, so hängt hievon die große Geschwindigkeit ab, die wir den Körpern durch den Wurf mittheilen können, und welche ganz verlohren gehen würde, wenn die Natur zur Verbindung der Muskeln mit den Knochen eine andere, als diese dritte Art des Hebels, oder den Wurfhebel, s. Hebel, gewählt hätte. Der Hauptzweck, der nicht auf Uebermäitigung großer Lasten, sondern auf schnelle und geschickte Bewegungen der Glieder durch beträchtliche Räume gerichtet war, und wobey die bewegende Kraft selbst in

einen engen Raum gedrängt werden sollte, konnte auf keine andere, als auf diese Art, erreicht werden.

Die Ursache der Bewegung der Muskeln ist uns zwar gänzlich unbekannt; dennoch wird es nicht ganz überflüßig seyn, einige Meinungen über diesen so dunkeln und doch so wichtigen Gegenstand anzuführen.

Daß im Körper allein gar kein Principium der Bewegung liege, und alle Bewegungen, sowohl die willkührlichen, als auch die avtomatischen, von der Einwirkung der Seele herrühren, ist zwar eine alte Meinung, die man schon beym Galen findet, und der auch **Swammerdam, Borelli** (P. II. prop. 80.) **Perrault** u. a. zugethan waren, die aber erst durch **Georg Ernst Stahl** (De motu tonico. Halae, 1685. p. 37 sq.) und seine Schüler mehr Ansehen erlangt hat, und vorzüglich durch **Cheyne, Tabor, Mead** und **Whytt** in England, so wie durch **Sauvages** in Frankreich, weiter ausgebreitet worden ist. Nach diesem stahlischen oder animastischen System, welches die unmittelbare Einwirkung des Geistes auf den Körper (influxum physicum) annimmt, ist es die Seele selbst, welche sich den Körper baut, bewegt und bey erfolgten Verletzungen heilet. Sie ist es, die den Schlag des Herzens und die Bewegungen der Eingeweide regieret, ob sie gleich durch die lang gewohnte Wiederholung selbst das Bewustseyn hievon verliert. Sie ist es, die bey den Leidenschaften und Gemüthsbewegungen das Herz stärker schlagen läßt, bey der Furcht die Kräfte der Muskeln abspannt, und die Uebel, die dem Bau der Maschine drohen, durch heftigere Bewegung des Bluts im Fieber, abzuwenden strebt, u. s. w. Man beruft sich hiebey darauf, daß keine Maschine gedenkbar sey, die einem vermehrten Widerstande mit verstärkter Kraft entgegenstrebe. Die Crisen in den Krankheiten, die vermehrten Secretionen, selbst der Schlaf und die Lähmungen sind nach diesem System Wirkungen der Seele, die auf Erhaltung des Körpers und Ersparung der Lebenskräfte abzwecken. Jede Empfindung eines schädlichen Reitzes, sagt man, erwecke den Trieb, diesen Reitz zu entfernen, wie beym Husten, Niesen, dem Thränen der Augen und der

Verengerung des Augensterns. Daß hiebey kein deutliches Bewußtseyn statt finde, streite nicht gegen die Möglichkeit der Sache, da man auch willkührliche Bewegungen z. B. Gehen, Schlucken u. dgl. sehr oft ohne Bewußtseyn verrichte.

Diese Meinung aber haben **Boerhave** und **Haller** mit wichtigen Gründen bestritten. Es steht doch nie in unserer Gewalt, die avtomatischen Bewegungen des Herzens und der Eingeweide nach Willkühr zu hemmen oder hervorzubringen, und selbst die Gemüthsbewegungen wirken darauf ganz unwillkührlich. Die willkührlichen Bewegungen hingegen stehen ganz und allezeit in unserer Gewalt. Fieber und Krisen der Krankheiten sind in unzählbaren Fällen dem Körper nicht heilsam, sondern eher zerstörlich für denselben. Und daß im Körper allein keine Quelle der Bewegung liegen könne, ist bey unserer eingeschränkten Kenntniß der Kräfte eine allzugewagte Behauptung, zumal da uns die Erfahrung so viele und so heftige Bewegungen zeigt, die durch Schwere, Elasticität u. dgl. in der Materie allein, ohne Zuthun geistiger Wesen erfolgen.

Haller schreibt vielmehr den Fleischfasern, als ein unterscheidendes Kennzeichen, eine **Reizbarkeit** (irritabilitatem) zu, d. i. die Eigenschaft, sich bey jedem äussern Reize zusammenzuziehen, s. Fibern. Er glaubt, bey den avtomatischen Bewegungen entstehe dieser Reiz durch die Einrichtung der thierischen Oekonomie selbst, z. B. im Herzen durch das Blut, im Magen und den Gedärmen durch Luft und Speisen, in der Harnblase durch den Urin, in der Gallenblase durch die Galle rc.; bey den willkührlichen Bewegungen aber gewöhnlich durch die Nerven. Inzwischen können auch Muskeln, die sonst nur dem Willen der Seele oder der Wirkung der Nerven gehorchen, durch den Reiz einer Schärfe u. dgl., wie bey Convulsionen, in unwillkührliche Bewegungen versetzt werden.

Daß die willkührlichen Bewegungen vermittelst der Nerven hervorgebracht werden, ist ganz ohne Zweifel, da bey gedrückten, zerschnittnen oder unterbundenen Nerven die Glieder gelähmt werden. Wie aber dies geschehe, darüber

sind die Hypothesen unzählbar. Die ältern Aerzte sagten mit Galen, es ergößen sich die Lebensgeister aus dem Gehirne durch die Nerven in die Muskeln, um diese zu bewegen. Descartes leitete die Bewegung von einem schnellern Einfließen des Nervensafts, Newton (Optic. L. III. puaest. 24.) von dem Aether her, der durch den Willen der Seele in die Nervencanäle getrieben werde: Santorini, Tabor und Willis ließen die cylindrische Nervenfiber von dem eindringenden Lebensgeiste aufschwellen.

Um zu erklären, wie ein so feines und in geringer Menge vorhandenes Fluidum große Wirkungen thun könne, verglich Astruc die Muskelfiber mit einer Röhre, die sich in eine Blase endiget, welche aufgeblasen sich erweitert und durch ihre Verkürzung große Lasten erhebt. Da eine Reihe von mehreren Blasen in dieser Absicht noch mehr leistet, als eine einzelne, worüber Sturm (Colleg. curiosum To. II.) Versuche angestellt hat, so ließen Borelli, Senac u. a. den Muskel aus lauter Blasen oder Zellen bestehen, welche durch die Lebensgeister oder den Nervensaft aufgetrieben würden, und dadurch eine Verkürzung mit so viel Gewalt verursachten. Die Mikroskope aber zeigen diesen zellenförmigen Bau der Muskelfaser nicht, und die Verkürzungen sind oft so beträchtlich, daß bey diesem Mechanismus eine ungeheure Auftreibung des Volumens würde erfordert werden, dergleichen man doch bey den Versuchen nicht gewahr wird.

Weil Thiere sich noch eine Zeit bewegen, wenn man ihnen schon das Gehirn genommen hat, so haben andere die Anfüllung und Verkürzung der Muskelfaser nicht dem Nervensafte, sondern dem Blute zugeschrieben. Dahin gehört nächst Daniel Bernoulli vorzüglich der Abt Bertier (Physique des corps animés), welcher die Muskelfaser vom Blute, wie eine gewundne Schnur von der Feuchtigkeit kürzer werden läßt und dabey die Geschwindigkeit und Wärme des Bluts zu Hülfe nimmt. Er beruft sich darauf, daß der Muskel bey der Zusammenziehung bleich werde, weil sich das Blut aus den kleinen Arterien ins Innere der Fibern ergieße. Aber dieses Bleichwerden ist in der Erfah-

rung nicht gegründet. Auch Swammerdam, Baglin und Cowper haben die Muskelbewegung dem Blute zugeschrieben, weil bey Unterbindung der Aorta die Glieder lahm werden. Le Cat (Mém. de Berlin 1763.) glaubt, daß die kleinen Arterien in die zellenförmig gewebte Muskelfiber eine dem Nervensafte ähnliche eigne Lymphe ausgießen. Es läßt sich aber gegen alle diese Systeme einwenden, daß die Insekten sehr viele und starke Muskeln, ohne Blut und Blutgefäße, haben.

Zu chymischen Erklärungen durch Aufbrausen des Nervensafts mit dem Blute u. dgl. haben Borelli, Willis, Bellin u. a. ihre Zuflucht genommen. Johann Bernoulli, Keil und Hamberger sagen fast eben dasselbe; nur erklären sie die Gährung mechanischer durch Eingreifen oder Anhängen der Lebensgeister an die Rinde der mit elastischer Luft erfüllten Blutkügelchen, wodurch der Widerstand der Rinde vermindert werde, und die Luft das Kügelchen mehr ausdehne.

Sauvages bedient sich der Elektricität, und läßt durch diese den Lebensgeistern eigne Kraft, die Muskeln so anschwellen, wie ein am Conductor hängendes Bündel hanfner Fäden durch die elektrische Repulsion sich ausdehnt und verkürzet.

Noch andere sehen die Zusammenziehung als den natürlichen Zustand des Muskels an, und leiten die Relaxation von der Wirkung der Nerven oder von der Erfüllung und Ausdehnung der Gefäße durch irgend einen Liquor her. Hiegegen aber streitet die Lähmung der Glieder bey unterbundenen oder zerschnittenen Nerven. Auch hat der Muskel im blos natürlichen Zustande nicht die Consistenz, die er bey seiner Wirksamkeit zeigt. Wenige Pfunde zerreißen ihn, wenn er im lebenden Körper die grösten Lasten trug.

Haller erklärt die willkührlichen Bewegungen der Muskeln aus ihrer Reizbarkeit oder natürlichen Neigung zur Zusammenziehung, welche nach dem Willen der Seele durch den Reiz des Nervensafts verstärkt werden könne. Ob dieses nach Stahl, durch einen wirklichen physischen Einfluß, oder nach Leibnitz und Boerhave durch vorherbe-

stimmte Harmonie des Körpers mit dem Geiste geschehe, überläst er der Untersuchung der Weltweisen, ob er gleich der letztern Meinung geneigter scheint.

Wenn der Reiz aufhört, kehrt der Muskel in den gewöhnlichen Zustand der Relaxation zurück. Es hängt vom Willen ab, die Anstrengung ganz, oder auch nur zum Theil, zurückzunehmen. Hiebey ist nun noch die Frage, wo das hinkomme, was den Reiz verursachte. Man könnte sagen, es gehe ins Gehirn, oder überhaupt in die Nerven, zurück. Allein, wie kan man alsdann die Phänomene der Ermüdung erklären, welche durch Speise und Trank fast noch schneller, als durch Ruhe, gehoben wird, und einen wirklichen Verlust der Kraft, oder des Princips der Bewegung, anzuzeigen scheint, der von aussen her wieder ersetzt werden muß? Vielleicht bleibt etwas von diesem Princip, was es auch immer seyn mag, im Muskel selbst zurück. Wenigstens erlangen alle Muskeln durch öftern Gebrauch uud Anstrengung mehr Größe, Festigkeit und Stärke, und es ermüden diejenigen unter ihnen am wenigsten, zu deren Bewegung die Nerven am mindesten beytragen, wovon das ohne alle Ermüdung schlagende Herz ein deutliches Beyspiel giebt.

Joh. Alphonsi Borelli de motu animalium Pars I. & II. Lugd. Bat. 1710. 4.

Alberti v. Haller Elementa physiologiae corporis humani. To. IV. Lausannae, 1762. 4. Lib. XI. Motus animalis.

Musschenbroekischer Versuch, s. Flasche, geladne.

Mussons, s. Passatwinde.

Myop, s. Auge.

N.

Nacht, Nox, *Nuit.* Die Zeit, während der die Sonne unter dem Horizonte verweilet, oder der Zeitraum zwischen dem Untergange und dem nächstfolgenden Aufgange des Mittelpunkts der Sonne. Die Länge der Nächte ist verschieden, und richtet sich nach dem Stande der Sonne

und nach der geographischen Breite oder Polhöhe des Beobachtungsorts.

Bey dem Worte Ascensionaldifferenz ist gezeigt worden, daß

halbe Taglänge in ⊙zeit = (90° + Asc. diff. d. ⊙.) in ✱zeit sey. Da nun Tag und Nacht zusammen 24 Stunden, also die halbe Taglänge und halbe Nachtlänge zusammen 12 Stunden, Sonnenzeit ausmachen, so folgt, daß die halbe Taglänge von 12 Stunden, oder von 180° in ✱zeit abgezogen, die halbe Nachtlänge übrig lasse. Mithin ist

halbe Nachtlänge in ⊙zeit = (90° — Asc. differ.) in ✱zeit. Und da wir im bürgerlichen Leben die Stunden von Mitternacht, oder von der Helfte der Nacht zu zählen anfangen, so giebt die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs der Sonne.

Unter dem Aequator der Erde, wo die Polhöhe = 0, also auch die Ascensionaldifferenz = 0 ist, wird die halbe Nachtlänge jederzeit = 6 Stunden. Es sind also daselbst alle Nächte 12 Stunden lang, und den Tagen gleich.

Zwischen dem Aequator und den Polen ist die Nachtlänge veränderlich. Zweymal im Jahre, wenn die Sonne im Aequator steht, und ihre Abweichung, mithin auch die Ascensionaldifferenz, = 0 ist, wird die Länge der Nacht 12 Stunden und der Taglänge gleich. Dies erfolgt um den 20 März und 23 Sept. s. Nachtgleiche. So lang die Sonne eine nördliche Abweichung hat, ist die Asc. diff. für Orte in der nördlichen Halbkugel positiv, mithin die Nacht kürzer, als 12 St. Für Orte der südlichen Halbkugel hingegen, wo die Polhöhe südlich oder negativ ist, wird alsdann die Asc. diff. auch negativ, und die Nacht länger als 12 St. Umgekehrt sind die Erscheinungen, wenn die Abweichung der Sonne südlich ist: alsdann haben die Nordländer längere, die Südländer kürzere Nächte.

Die längsten und kürzesten Nächte fallen in die Zeit der Sonnenwenden um den 21. Dec. und 21. Jun., wo die Abweichung ein Gröstes und der Schiefe der Ekliptik gleich wird. Alsdann ist

sin. Asc. diff. = tang. 23° 28′ 8″ × tang Polhöhe.

Für Leipzig dauert

	St.	M.	S.	T.
die längste Nacht den 21 Dec.	16	22	45	20
die kürzeste den 21 Jun.	7	37	14	40

wie bey dem Worte: Ascensionaldifferenz berechnet worden ist.

Unter den Polarkreisen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik wird, ist für die Tage der Sonnenwenden

sin. Asc. diff. = tang. $23^\circ\ 28'\ 8''$ × cotang. $23^\circ\ 28'\ 8''$ = 1. mithin die Asc. diff. = 90°, und die längste Nacht = 24 Stunden; die kürzeste = 0. Das heist: Diese Orte haben einmal im Jahre eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne gar nicht aufgeht, und einmal einen Tag von 24 St., da sie gar nicht untergeht.

Für die Orte der kalten Zonen hält diese beständige Nacht desto länger an, je näher sie den Polen liegen. Die Nacht fängt an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird, und dauert über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung wieder eben so groß geworden ist. Einem Orte, der 70° nördliche Breite hat, fängt die beständige Nacht von dem Tage an, da die Sonne 20° südliche Abweichung bekömmt, d. i. vom 21 Nov., und dauert über den 21 Dec. hinaus bis zu dem Tage, da sie im Aufsteigen wieder dieselbe südliche Abweichung von 20° erreicht, d. i. bis zum 20 Jänner.

Endlich fängt unter den Polen selbst, wo die Polhöhe = 90° ist, die beständige Nacht schon mit der Abweichung = 0, oder mit der Nachtgleiche selbst an, und endigt sich erst mit der folgenden Nachtgleiche. Sie dauert also ein völliges Halbjahr; für den Nordpol vom 23 Sept. bis 20 März, für den Südpol vom 20 März bis 23 Sept.

So findet man die Dauer der Nacht für die verschiedenen Himmelsstriche, wenn man alle Ursachen, wodurch sie vermindert wird, bey Seite setzt. Aber theils die scheinbare Größe der Sonnenscheibe, wobey die obere Helfte später unter- und eher aufgeht, als der Mittelpunkt, theils die Stralenbrechung, welche das Bild der Sonne über den

Horizont erhebt, wenn gleich die Scheibe selbst unter demselben steht, s. **Stralenbrechung, astronomische**, vermindern diese Dauer der Nacht.

Versteht man endlich unter der Nacht nur diejenige Zeit, während welcher gar kein Licht von der Sonne zu uns gelangt, so wird die Dauer dieser Zeit noch sehr beträchtlich durch die Dämmerung verkürzt, und es giebt auch ausser den kalten Zonen, und schon in unsern Ländern, Zeiten, wo es in diesem Sinne des Worts gar nicht Nacht wird, d. i. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauert, s. **Dämmerung**.

Nachtgleichen, Punkte der Nachtgleichen, s. **Aequinoctialpunkte**.

Nachtgleiche, Zeit der Nachtgleiche, Aequinoctium, *Equinoxe*. Nachtgleiche heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne, bey seinem jährlichen Umlaufe um den Himmel, in den Aequator tritt. Aber in eben dem Augenblicke verläßt er auch den Aequator wieder, weil die eigne Bewegung der Sonne ununterbrochen fortdauret, und die wahre Nachtgleiche währt also nur einen Augenblick.

Weil aber die Bewegung der Sonne langsam ist, so kan man annehmen, die Sonne stehe zu dieser Zeit den ganzen Tag über im Aequator. Unter dieser Voraussetzung wird der Aequator selbst für diesen Tag ihr Tagbogen seyn, und weil selbiger, als ein gröster Kreis der Sphäre von jedem Horizonte zu gleichen Theilen durchschnitten wird, so ist die Sonne an diesem Tage überall 12 Stunden sichtbar und 12 Stunden unsichtbar. Daher heißt der ganze Tag, **Tag der Nachtgleiche** (dies aequinoctii s. aequinoctialis, *Jour d'équinoxe*).

Die Sonnenbahn schneidet den Aequator zweymal; es giebt also jährlich zwo Nachtgleichen, s. **Frühlingsnachtgleiche, Herbstnachtgleiche**, die um den 21 März und 3 Sept. fallen. Unser bürgerliches Jahr ist so eingerichtet, daß die wahre Zeit der Nachtgleichen niemals

weit von diesen Monatstagen abweichen kan, s. Jahr, Kalender.

Nachtgleichen, Vorrücken derselben, s. Vorrücken der Nachtgleichen.

Nadir, Fußpunkt, Nadir, *Nadir*. Diesen arabischen Namen giebt man in der Sternkunde dem Punkte N, Taf. VIII. Fig. 2., der dem Zenith oder Scheitelpunkte Z gerade entgegengesetzt ist, oder den die durch die Erdkugel unterwärts verlängerte Scheitellinie in der unsichtbaren Helfte der scheinbaren Himmelskugel treffen würde. Er ist einer von den Polen des Horizonts, und steht also von jedem Punkte desselben um 90° ab.

Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, so würde unser Nadir einerley mit dem Zenith unserer Gegenfüßler seyn. Da aber die Erde von der Kugelgestalt abweicht, so trift dieser Satz nur für diejenigen Orte ein, welche unter dem Aequator und unter den Polen der Erde liegen.

Jeder Ort der Erdfläche hat sein eignes Nadir, so wie sein eignes Zenith und seinen eignen Horizont; und jede Veränderung des Orts ist daher mit einer verhältnißmäßigen Veränderung des Nadirs begleitet.

Naß, Naßwerden, s. Adhäsion.

Naß Niedergehen, Staubregen, Psecas, Pluvia tenuissima, *Bruine, Brouine*. Wenn die Verdichtung der Dünste, oder ihre Verwandlung in Wassertröpfchen, in einer Wolke sehr gleichförmig und langsam geschieht, und die Wolke zugleich niedrig steht, so sinken die kleinen Wassertröpfchen langsam herab, ehe sie sich noch zu größern Tropfen vereinigen können. Es entsteht alsdann ein äusserst feiner Regen, dessen Tropfen kaum sichtbar sind, aber sehr dicht und langsam niederfallen, und die Körper stark benetzen. Man sagt alsdann, es gehe naß nieder. Man bemerkt diese Erscheinung vorzüglich, wenn die Nebel aus der Luft niederfallen: man befindet sich alsdann gleichsam in der Wol-

ke selbst, deren Dunstbläschen sich zu tropfbarem Wasser verdichten.

Eben dies kan auch statt finden, wenn eine höhere Wolke sich von unten auf zu verdichten anfängt. Alsdann fallen die Tröpfchen aus ihren untern Schichten zuerst herab, und werden im Falle nicht größer, weil sie weiter kein Wasser auf ihrem Wege antreffen, und die Tropfen der obern Schichten erst später nachfolgen. Geht aber die Verdichtung der Wolke von oben herab, so fallen die Tropfen der obern Schichten zuerst, verbinden sich im Falle mit dem Wasser der nidrigern Schichten, und bilden dadurch größere Tropfen, welche den Widerstand der Luft stärker überwinden, und daher schneller oder mit mehr Gewalt herabfallen.

v. Musschenbroeck Introd. ad. philos. nat. To. II. §. 2351. *Brisson* Dict raiſ. de Phys. art. *Bruine.*

Natur, Natura, *Nature.* Dieses Wort bedeutet im allgemeinsten und weitläuftigsten Verstande den Inbegrif aller Eigenschaften der Dinge. Im engern Sinne wird es blos auf die materielle Welt eingeschränkt, und zeigt alsdann den Inbegrif aller Eigenschaften der **Körper** an. Auf diese leztere Bedeutung beziehen sich die Benennungen: Naturlehre, Naturgeschichte, Naturgesetze u. s. w.

Da von den Eigenschaften der Körper ihre Kräfte und Wirkungen nach unveränderlichen Gesetzen abhängen, so heißt alles, was diesen Gesetzen gemäß erfolgt, **natürlich**, was mit ihnen streitet, **unnatürlich**. **Uebernatürlich** nennt man einen Erfolg, wenn er von den gewöhnlichen Naturgesetzen so abweicht, daß man zu seiner Erklärung eine ausserordentliche Einwirkung höherer Wesen ausser der Körperwelt annehmen muß. Ehe man aber zu solchen Hülfsmitteln schreitet, muß der Erfolg selbst mit allen seinen Umständen erst historisch gewiß, und dann jede Erklärung desselben aus den Naturgesetzen unmöglich seyn. Diese Erforderniße vermißt man durchgehends bey dem, was aus Unwissenheit oder Täuschung so oft für übernatürlich gehalten wird, s. **Magie, natürliche**; und ausser denen

in der heiligen Schrift erzählten Wundern, hat es wohl in der Körperwelt nie andere, als natürliche Erfolge, gegeben.

In einer andern Bedeutung heißt natürlich, was ohne Zuthun menschlicher Kunst entsteht oder erfolgt, im Gegensatz des künstlichen, welches durch Fleiß und Kunst des Menschen bereitet oder bewirkt wird. So unterscheidet man natürliche Körper, von Producten der Kunst (arte factis) — ein Unterschied, der den Worten nach leicht zu fassen ist, ob es gleich zuweilen schwer fällt, künstliche Körper von natürlichen zu unterscheiden.

Die Ausdrücke: die Natur bringe hervor, sie wähle Mittel, suche Zwecke zu erreichen u. s. w. sind figürlich. Das Wort Natur bedeutet in diesen Redensarten den Schöpfer selbst, der die natürlichen Dinge und Begebenheiten nach unveränderlichen Gesetzen entstehen und erfolgen läst, und hiebey zu seinen erhabnen Zwecken die schicklichsten Mittel gewählt hat. Die Scholastiker unterschieden in dieser Absicht ganz richtig, wiewohl sehr unlateinisch, die Naturam naturantem von der naturata, und verstanden unter jener den Urheber und Regierer der Welt, unter dieser die Welt selbst mit ihren Gesetzen. Dennoch redeten sie in ihrer Physik von gewissen Neigungen, Trieben und Kräften der Natur, z. B. der Vermeidung der Leere, der plastischen Kraft u. dgl., welche in einem richtigen Sinne weder dem Schöpfer, noch der erschaffenen Welt, beygelegt werden können. Dies waren dunkle Begriffe von gewissen Naturgesetzen, deren wahre Beschaffenheit man nicht kannte, und von denen man doch Ursachen angeben wollte, weil man sich damals schmeichelte, alle Ursachen ohne Ausnahme zu wissen, s. Naturgesetze. Ich weiß wohl, daß die Redensart: die Natur strebe dieses oder jenes hervorzubringen, diesen oder jenen Endzweck zu erreichen rc. noch jetzt von vielen Schriftstellern gebraucht wird. Man muß sie aber nie für eine physikalische Erklärung irgend eines Phänomens ansehen. Sie ist vielmehr ein verdecktes Geständniß unserer Unwissenheit, und sagt doch nichts weiter, als: der Schöpfer habe die Welt so geordnet, daß den vorgeschriebnen Gesetzen gemäß dies oder jenes entstehen, dieser

oder jener Zweck befördert werden müsse, ob wir gleich den Mechanismus, durch welchen diese Gesetze befolgt werden, und oft sogar die Gesetze selbst nicht kennen.

Endlich versteht man insbesondere unter der Natur eines einzelnen Dinges den Inbegrif aller seiner Eigenschaften, vornehmlich derer, wodurch es sich von andern Dingen unterscheidet. So redet man von der Natur des Lichts, des Feuers, der elektrischen Materie, der Metalle, des Goldes, Eisens u. s. w.

Naturbegebenheiten, s. Phänomene.

Naturgeschichte, Historia naturalis, *Histoire naturelle.* Diesen Namen führt diejenige Wissenschaft, welche uns die natürlichen Körper auf unserer Erde in angemessener Ordnung kennen lehrt, die historische Kenntniß der sinnlichen Gegenstände auf der Erde. Man könnte ihr ganz schicklich den Namen der **Naturbeschreibung** beylegen.

Geschichte heißt überhaupt Erzählung dessen, was ist oder gewesen ist. So wäre Naturgeschichte im weitläuftigsten Sinne Erzählung dessen, was in der Natur vorhanden ist, oder jemals vorhanden war, Aufzählung und Beschreibung aller natürlichen Körper und ihrer Phänomene. In dieser Bedeutung würde die Naturgeschichte eine Wissenschaft von sehr großem Umfange seyn. Sie würde den größten Theil unserer jetzigen Naturlehre oder Physik selbst in sich begreifen, und sich blos dadurch unterscheiden, daß sie nur historische Kenntniße, d. i. Erzählungen, Beschreibungen, Classificationen lieferte: die philosophische Betrachtung und Entdeckung der Ursachen hingegen der Physik überließe. Da wir aber von den Ursachen der Dinge noch so wenig wissen, so ist es dem jetzigen Zustande der Wissenschaften weit angemessener, den Umfang dessen, was unter dem Namen der Naturgeschichte von der Physik getrennt wird, weit enger einzuschränken.

Aus dieser Ursache wird aus dem Gebiete der Naturgeschichte alles, was die Himmelskörper angeht, oder die

Geschichte des **Himmels**, ausgeschloßen, und der Physik und Astronomie überlassen. Ferner wird dasjenige, was die Beschaffenheit und Veränderungen der ganzen Erdkugel und ihrer Oberfläche betrift, die **allgemeine Physik der Erde, physische Geographie** oder **Naturgeschichte der Erde** von dem übrigen getrennt und zur Physik gerechnet. Endlich sondert man auch die Betrachtung der einfachen Stoffe und Bestandtheile der Körper, z. B. des Wassers, der Luft, der Säuren, Alkalien u. s. w. ingleichen der allgemeinen Eigenschaften der Körper und ihrer Gesetze, von der Naturgeschichte gänzlich ab, und bildet daraus besondere Capitel der Physik oder Chymie. Dennoch kan man alle diese Lehren, in sofern sie blos historische Kenntniße begreifen, wenn man will, unter dem Namen der **allgemeinen Naturgeschichte** zusammenstellen.

Nach dieser Absonderung bleibt für die eigentliche oder **besondere Naturgeschichte** blos die Aufzählung und Beschreibung derjenigen zusammengesetzten Körper übrig, welche auf unserer Erde von der Natur als besondere und bestimmte Individua hervorgebracht, eine längere oder kürzere Zeit erhalten, endlich aber wieder aufgelöset und zu andern Erzeugungen oder Verbindungen verwendet werden. Diese besondern Körper sind entweder **unorganische**, oder **organisirte** s. **Organisirte Körper**; die leztern wiederum **empfindungslose** oder **empfindende**. Die unorganischen Körper in und auf der Erde heissen **Mineralien** oder **Fossilien**; die organisirten ohne Empfindung **Pflanzen** oder **Vegetabilien**, die organisirten mit Empfindung **Thiere**, und es beruht hierauf die Eintheilung der natürlichen Körper nach den **drey Naturreichen**, dem **Mineralreiche** (regnum minerale), **Pflanzenreiche** (regnum vegetabile) und **Thierreiche** (regnum animale). Diese drey Naturreiche machen nun den Gegenstand der Wissenschaft aus, die man gewöhnlich Naturgeschichte nennt, und die sich, wenn man mit den blos historischen Kenntnißen auch noch philosophische Betrachtung verbindet, in eine **besondere Physik der Erde** verwandlet.

Da es gewisse Körper giebt, die man verschiedener Eigenschaften wegen zu mehrern Naturreichen zugleich zählen könnte, wie z. B. die Corallengewächse durch alle drey Reiche versetzt worden sind, ehe sie ihren bestimmten Platz im Thierreiche behauptet haben, so ist von einigen Naturforschern, als von **Münchhausen** (Des Hausvaters, II. B. 2 St. S. 745.) ein Mittelreich für die Thierpflanzen (Zoophyta et Lithophyta) und Pilze (Fungi) angenommen worden. Man hat dies aber nicht nöthig. Denn obgleich die Natur die Vollkommenheiten der Geschöpfe in so feinen Abstufungen zunehmen läst, daß es schwer wird, die Grenzen der Naturreiche mit völliger Bestimmtheit zu ziehen, so sind doch der organische Bau und die Empfindlichkeit genugsam entscheidende Kennzeichen, nach welchen sich jedem natürlichen Körper sein Platz in einem der drey bekannten Reiche anweisen läst. So gehören die Thierpflanzen wegen ihrer Empfindlichkeit zu den Thieren, und würden daher schicklicher Pflanzthiere heissen, die Pilze hingegen sind wegen des Mangels der Empfindung zu den Pflanzen zu zählen. Zu den letztern gehören auch die Mimosa sensitiva, die Dionaea muscipula, Averrhoa carambola, u. a., deren Leben und Bewegung sich bisweilen in einem hohen, an Empfindung sehr nahe grenzenden Grade, äussert. Es liegt aber in dieser Pflanzenbewegung nichts einem Unterscheidungsvermögen und einer willkührlichen Bewegung ähnliches. Die Dionaea zieht ihr Blatt zusammen, es mag dasselbe von einem Holze, Feder u. dgl. oder von einer Fliege berührt werden: bey dem Polypen aber unterscheidet sich die Bewegung seiner Arme nach etwas, das ihm zur Nahrung dient, sehr merklich von der Bewegung bey Berührung anderer Dinge. **Bonnet** (Contemplation de la nature. Amsterdam, 1764. 8.) hat diese Unterschiede und Verbindungen der natürlichen Körper sehr gut beschrieben.

Andere haben zu dem Umfange der Naturgeschichte, Beschreibungen und Classificationen einfacherer Stoffe z. B. verschiedner Gattungen des Wassers, der Luft u. s. w. gezogen. So nimmt **Wallerius** (Hydrologia. Stockh. 1748. 8.) ein **Wasserreich**, **Denso** (J. G. **Wallerius** Hy-

drologie, übers. v. J. D. Deiso in der Vorr.) ein Feuerreich an, und Titius (Lehrbegrif der Naturgeschichte zum ersten Unterr. Leipz. 1777. 8.) verbindet unter dem Namen des Materialreichs Aether, Luft und Wasser mit den übrigen rohen unorganischen Körpern. Allein diese Stoffe sind zum Theil einfache Materien, welche nur zufällige Abänderungen in ihrer Mischung und Reinigkeit zeigen, theils bloße Form der Materie, theils, wie der Aether, nur hypothetische Substanzen, deren Geschichte blos Erzählung menschlicher Meinungen ist, und auf keine Weise in eine besondere Naturgeschichte gehört.

Man bleibt also billig bey der Betrachtung der angenommenen drey Naturreiche stehen. Dadurch zerfällt die Naturgeschichte in die drey großen Abschnitte der **Zoologie**, welche das Thierreich, der **Botanik**, die das Pflanzenreich, und der **Mineralogie** (Oryktologie), die das Mineralreich zum Gegenstande hat.

Die Absicht dieser Wissenschaften ist nicht auf Erklärungen aus den Ursachen, sondern blos auf historische Kenntniß der besondern Körper gerichtet. Einen Körper kennt man, wenn man ihn durch seine wesentlichen Kennzeichen von allen andern unterscheiden kan, und seine Entstehung, Eigenschaften, Dauer und Verbindungen mit andern Körpern weiß. Daher ist es das Hauptgeschäft der Naturgeschichte, die unterscheidenden Kennzeichen der Körper anzugeben, die Körper selbst nach diesen Kennzeichen bequem zu ordnen, zu benennen, und hiemit nützliche Nachrichten von ihren Eigenschaften und Verhältnißen zu verbinden.

In dieser Absicht werden alle die einzelnen Körper, oder Individuen, welche alle unterscheidende Kennzeichen, die die Wissenschaft angeben kan, mit einander gemein haben, zu einer **Art** (species) gerechnet. Die in gewissen Haupteigenschaften übereinstimmenden Arten machen ein **Geschlecht** oder eine **Gattung** (genus), und mehrere ähnliche Gattungen eine Classe aus. Wo noch mehr Unterabtheilungen nöthig sind, theilt man noch die Classen in Ordnungen, und die Gattungen in Familien. Die Eintheilung und Ordnung der natürlichen Körper nach diesen

Fächern heißt ein System. Sie kömmt dem Gedächtniße vortreflich zu Hülfe, und ist bey der zahllosen Menge der natürlichen Körper ein unentbehrliches Hülfsmittel, um viele derselben gleichsam mit einem Blicke zu überschauen.

Dennoch ist das System noch nicht die Naturgeschichte selbst. Das natürliche System (Systema naturale), als das vollkommenste würde dasjenige seyn, in welchem alle die Körper neben einander stünden, die in den meisten Eigenschaften übereinstimmen. In einem solchen würde man von dem Platze, den ein Körper darinn behauptet, auf seine Eigenschaften und Verhältniße schließen können. Von einem solchen System aber haben wir höchstens nur einzelne Fragmente. Wir müssen uns mit künstlichen Systemen behelfen, in welchen man die wesentlichste Haupteigenschaft mehrerer Körper als das Kennzeichen der Classe annimmt, und die Ordnungen, Gattungen, u. s. w., so lange es möglich ist, nach wesentlichen Kennzeichen, wenn aber dies nicht mehr angeht, blos nach der äussern Gestalt des Ganzen oder einzelner Theile abtheilt. Selten aber läst sich von dieser Gestalt auf die Eigenschaften schließen, bis man auf die Arten herabkömmt, bey welchen sich dann Gleichheit der Gestalt mit Gleichheit der Eigenschaften in allen Individuen verbindet. Viele halten daher blos die Arten allein für das Werk der Natur, alle übrige Abtheilungen für künstlich, und mithin ein natürliches System für unmöglich.

Buffon und Robinet verwerfen alle künstliche Systeme als unbrauchbar, ohne zu bedenken, daß man doch erst die Aussenseite eines Körpers kennen, und seinen Namen nach derselben bestimmen muß, ehe man anfängt, die innere Organisation oder Mischung zu untersuchen, von der seine Eigenschaften abhängen. Es ist etwas anders, einen Körper unterscheiden und benennen, etwas anders, seine Eigenschaften beurtheilen. Zu dem ersten helfen doch wenigstens die künstlichen Systeme, die auch gewiß von Linné u. a. in keiner als in dieser Absicht, entworfen worden sind.

Zur Unterscheidung der natürlichen Körper dienen die äussern Kennzeichen z. B. Gestalt, Anzahl, Lage, Verhältniß der Theile, Farbe, Schwere, Beschaffenheit der Ober-

fläche u. s. w. mit vorzüglicher Leichtigkeit. Sie sind das erste, was an den Körpern in die Augen fällt, und bey vielen fast das einzige, was uns davon bekannt ist. Es ist daher sehr nöthig, den Kunstworten, mit welchen man sich über diese Kennzeichen ausdrückt, vollkommen bestimmte Bedeutungen zu geben, wie dies in Absicht auf die Mineralien Herr Werner (Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien, Leipzig, 1774. 8.) mit vorzüglichem Fleiße gethan hat. Ein System aber, das man nach äussern Kennzeichen ordnen wollte, könnte sich nie dem natürlichen Systeme nähern. Es würde oft Körper von der grösten innern Verschiedenheit wegen äusserer Aehnlichkeiten zusammenordnen, und dadurch zu Verwechselungen Anlaß geben. Zur Eintheilung der Körper nach dem System muß man also die äussern Kennzeichen nie ganz allein gebrauchen; man kan sogar behaupten, daß sie selbst zur Unterscheidung und Bestimmung der Körper nicht allemal vollkommen hinreichend sind.

Die Kenntniß der innern Organisation der Thiere und Pflanzen macht unter dem Namen der Anatomie und Physiologie der Thiere und Pflanzen einen Theil der Naturgeschichte aus: bey den Mineralien wird die Kenntniß ihrer Mischung zur Chymie gerechnet.

So bleibt die Naturgeschichte, selbst bey der eingeschränkten Bedeutung des Worts, noch immer so weitläuftig, daß man sie nothwendig von der Physik absondern und als eine eigne Wissenschaft behandlen muß. Da man bey Erlernung der Wissenschaften gewöhnlich von dem Allgemeinen anfängt, und mit dem Besondern endigt, so scheint es, als ob die allgemeine Physik vor der Naturgeschichte, oder der besondern Physik der drey Reiche, zu erlernen sey. Auch lassen sich viele Theile der Naturgeschichte, z. B. Physiologie der Thiere und Pflanzen, ohne allgemeine physikalische und chymische Lehren gar nicht verstehen. Dagegen kan man wiederum beym Vortrage der Naturlehre gewisse zur Naturgeschichte gehörige, besonders mineralogische Kenntniße, nicht entbehren; daher auch neuere Lehrer der Physik, z. B. Karsten und Lichtenberg, ihren Anleitungen das Unent-

behrlichste aus der Mineralogie beygefügt haben. Ich habe von dieser Schwierigkeit einer genauen Absonderung der Naturwissenschaften bereits bey dem Worte: **Chymie** (Th. I. S. 507 u. f.) das hier nöthige beygebracht.

Die besondern natürlichen Körper der Erde fallen dem Menschen zunächst in die Augen, und sind zu den Bedürfnißen seines Lebens unentbehrlich. Daher muß der Ursprung naturhistorischer Kenntniße so alt, als das menschliche Geschlecht selbst, seyn. Auch wird es wenig Schriften, selbst aus dem höchsten Alterthum, geben, worinn man nicht einzelne zur Naturgeschichte gehörige Beschreibungen oder Bemerkungen antreffen sollte. Eigne Sammlungen solcher Nachrichten aber haben erst die Griechen veranstaltet, und dadurch der Naturgeschichte eine wissenschaftliche Form gegeben. **Aristoteles** (Hist. animalium in *Aristotelis* Opp. gr. et lat. ex ed. *Gu. du Val.* Paris. 1654. IV Vol. fol., Vol. II, auch besonders ex ed. *Ph. Jac. Maussac.* Tolosae. 1619. fol.), und dessen Nachfolger **Theophrast von Eresus** (De historia plantarum libri X. gr. et lat. per *Jo. Bod. a Stapel.* Amstel. 1644. fol. ingl. De lapidibus. **Theophrast von Steinen**, griech. u. deutsch, mit Hills Anm. aus d. engl. v. **Baumgärtner**. Nürnb. 1770. 8.) scheinen den Anfang hiezu gemacht zu haben. In spätern Zeiten folgten ihnen **Dioscorides** (De medica materia L. V interpr. *Marc. Vergilio.* gr. et lat. Colon. 1529. fol.), **Aelian** (De vi et natura animalium L. XVII. cur. *Abr. Gronovio.* London, 1744. Heilbr. 1764. 4. II Vol.) u. a. Eine Sammlung mehrerer alten Schriftsteller von den Thieren hat **Aldus Manutius** (*Aristotelis* hist. animal. et alii scriptores hist. anim. Venet. 1513. fol.) herausgegeben. Unter den Römern trug der ältere **Plinius** (*C. Plinii Secundi* Historiae naturalis L. XXXVII. per *Jac. Dalecamp.* Genev. 1631. fol., cum comm. variorum et notis *Jo. Frid. Gronovii*, Lugd. Bat. 1669. To. III. 8. cum interpr. *Jo. Harduini.* Paris. 1685. To. V. 8. 1723. To. III. fol., die Zweybrücker Ausgabe in fünf Bänden, 1783. 8.) einen überaus reichhaltigen Schatz von Beobachtungen und Nachrichten zusammen, welche sich über die ganze Naturgeschichte im

allgemeinsten Sinne des Worts, und sogar bis auf die Geschichte menschlicher Handlungen und Künste erstrecken. Aus diesem schätzbaren Werke ist das Buch eines spätern lateinischen Grammatikers, des **Solinus** unter dem Titel: Polyhistor, ein bloßer Auszug, der nur durch den gelehrten Commentar des **Saumaise** (*Salmasii* exercitationes Plinianae in Solinum) bekannter geworden ist. Aber in allen diesen Werken der Alten ist die Naturgeschichte noch mit einer Menge unrichtiger Beobachtungen und abentheuerlicher Fabeln vermischt.

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident nahmen sich der gesamten Naturgeschichte besonders **Conrad Gesner** in Zürich (in einzelnen Schriften de quadrupedum, avium, serpentum, piscium et aquatilium natura, Tiguri, 1551 — 1560. fol. nachher unter dem Titel: Historiae animalium To. I — V. Frf. 1586 — 87. fol. *Conr. Gesneri* Opera botanica ed. *Cas. Chph. Schmiedel.* Norib. P. I. 1753. P. II. 1771. fol. maj. Ej. de omni rerum fossilium genere. Tiguri, 1565. 8.), **Ulysses Aldrovandi** in Bologna (De quadrupedibus solidipedibus, bisulcis, digitatis. — Ornithologiae To. I — III. Bonon. 1646. fol. — Historia serpentum et draconum. 1640. fol. — De piscibus L. V et de cetis L. I. 1638. fol. — De animalibus insectis. 1602. fol. — Museum metallicum. Bonon. 1648. fol.) und **John Ray** in England (Synopsis animalium quadrup. et serpentum. Lond. 1693. 8. Synopsis avium. Lond. 1713. 8. Synops. piscium. Lond. 1713. 8. Hist. insectorum. Lond. 1710. 4. Hist. plantarum generalis To. I — III. Lond. 1686 — 1704.) an. Andere verdienstvolle Männer bearbeiteten einzelne Theile, z. B. **Wotton**, **Jonston**, **Willughby**, **Lister** das Thierreich, **Cäsalpin**, **Bauhin**, **Morison**, **Tournefort**, **Rivinus** das Pflanzenreich, **Agricola** und in spätern Zeiten **Henckel** die Mineralien. Durch diese Bemühungen war man schon um die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts zu einem ziemlichen Reichthum von richtigern Kenntnissen der Körper gelangt; es fehlte aber dem Ganzen

noch sehr an einer guten systematischen Ordnung und an genau bestimmten Benennungen.

Diese Mängel hat der königl. schwedische Leibarzt Ritter **Carl Linné** (Systema naturae. Leid. 1735. fol. imp. Edit. 12ma. Holm. 1766. IV Vol. 8. nebst Mantissa plantarum, 1767. 8. und Mantissa plant. altera, 1771. 8. ingl. Genera plantarum. Lugd. Bat. 1737. Holm. 1764. 8. Species plantarum. Holm. 1735. 1762. To. II. 8.), besonders im Thier- und Pflanzenreiche mit ungemeinem Glück verbessert. Im erstern legt er seinem System die sechs Classen der Säugthiere, Vögel, Amphibien, Fische, Insecten und Gewürme zum Grunde, und nimmt die Unterabtheilungen in Ordnungen, Gattungen und Arten von dem Unterschiede gewisser Theile, z. B. der Zähne, Schnäbel, Floßfedern, oder der äussern Gestalt her. Hiebey bleibt doch in den Classen der Amphibien, Insecten und Gewürme noch vieles Unbequeme zurück. Im Pflanzenreiche folgt er der schon von **Conrad Gesner** und mehreren versuchten Methode, die Eintheilungen von den Fructificationstheilen herzunehmen, und errichtet daraus ein überaus faßliches Sexualsystem, in welchem die Classen nach der Anzahl und Lage der Staubfäden (stamina), die Ordnungen meist nach der Anzahl der Staubwege (pistilla) bestimmt sind. Was die Mineralien betrift, ist Linné so glücklich nicht, als bey den übrigen beyden Naturreichen, gewesen; es haben aber zwey seiner Landsleute **Wallerius** (Mineralogia. Stockh. 1747. 8. *Jo. Gottsch. Wallerii* Systema mineralogicum. Holm. 1772. II Vol. 8. deutsch v. Leske und Hebenstreit, Berlin, 1781. II B. 8.) und **Cronstedt** (Försök til Mineralogie. Stockh. 1758. 8. deutsch v. A. G. **Werner**. Leipzig seit 1780. 8.) diese Lücke glücklich ergänzt. Seit Linnés Zeiten ist das Studium der Naturgeschichte in Deutschland, Schweden, Frankreich, England, Rußland mit vorzüglicher Lebhaftigkeit betrieben worden, man hat zu Beförderung desselben ungemeine Kosten aufgewendet, und durch häufig angestellte Reisen in entfernte und sonst unbekannte Länder die Anzahl der bekannten natürlichen Körper um ein beträchtliches vermehrt. Die Hülfsmittel dieses Studiums

an Beschreibungen, Abbildungen, systematischen Schriften u. s. w. sind in so reicher Fülle vorhanden, und vermehren sich noch jährlich so stark, daß ihre Anschaffung die Kräfte eines Privatmanns bey weitem übersteigt, und ein bloßes Verzeichniß derselben schon einen ansehnlichen Band füllen würde. Dennoch ist dieses unermeßliche Feld noch bey weitem nicht erschöpft.

Ein vortrefliches Werk, reich an Schönheiten sowohl des Inhalts, als der Schreibart, ist des Grafen **von Buffon** allgemeine und besondere Naturgeschichte (Histoire naturelle générale et particulière, avec la description du cabinet du Roi, par Mss. *de Buffon* et *d'Aubenton*. à Paris. 1749—1767. Tome I—XV. 4. und 12. deutsch: Allgemeine Historie der Natur rc. durch **Kästner**. Hamb. u. Leipz. seit 1750. 4. ingl. Hrn. **von Buffons** allgemeine Naturgeschichte, mit Zusätzen von **F. H. W. Martini**, Berlin 1771 u. f. gr. 8.), obgleich, was das allgemeine betrift, viele Hypothesen des Verfassers sehr mangelhaft sind. Kürzere Einleitungen in diese Wissenschaft enthalten die Lehrbücher von **Erxleben** (Anfangsgründe der Naturgeschichte, Göttingen, 1767. 8. zwote Aufl. 1773. 8.), **Leske** (Anfangsgr. der Naturg. Erster Theil, Allgemeine Naturgeschichte und Thiergeschichte, Leipzig, 1779. gr. 8.) und vorzüglich von **Blumenbach** (Handbuch der Naturgeschichte. Dritte Aufl. Gött. 1788. 8.). Zur Bewunderung der Weisheit des Schöpfers und zur philosophischen Betrachtung der Natur führen in einem angenehmen Vortrage die Werke des **Plüche** (Spectacle de la nature. Paris 1732. 12. in den ersten 4 Bänden), **Bonnet** (Contemplation de la nature. nouv. ed. Hamb. 1782. III Vol. 8.) und **Trembley** (Instruction d'un pere à ses enfans. Genev. 1775. II Vol. 8.).

Da die Nomenclatur einen beträchtlichen Theil der Naturgeschichte ausmacht, so sind die Wörterbücher des **Bomare** (*Valmont de Bomare* Dictionnaire de l'histoire naturelle. Paris, 1775. VI Vol. 4.) und andere (Onomatologia historiae naturalis completa od. Lexicon der Naturg. Ulm, 1766. gr. 8. ingl. Neuer Schauplatz der Natur in alphab. Ordn. Leipz. 1775. u. f. X Bände, gr. 8.) dabey

sehr brauchbar. Die Kenntniß guter Bücher läßt sich aus von Rohr (Physikal. Bibliothek, herausg. v. Kästner, Leipz. 1754. 8.), Boerhave (Methodus studii medici ed. ab *Alb. ab Haller*. Amst. 1751. 4maj. To. I et II.), von Münchhausen (Des Hausvaters zweyter Theil, Hannov. 1766. 8.), Erxlebens Anfangsgründen und Beckmanns physikalisch ökonomischer Bibliothek schöpfen; und die neusten Entdeckungen von Zeit zu Zeit zu erfahren, dienen die Journale von Rozier (Journal de Physique. Paris, seit 1773. 4.), Lichtenberg (Magazin für das Neuste aus d. Physik und Naturgeschichte. Gotha, seit 1781, fortgesetzt von Voigt, seit 1786. 8.) nebst einer Menge anderer Zeitschriften (z. B. Der Naturforscher, Halle seit 1773. 8.).

Der Nutzen der Naturgeschichte bedarf keines Beweises, da es in die Augen fällt, daß alle menschliche Bearbeitungen der Körper, wovon die Befriedigung aller Bedürfniße und die Abwendung der äussern Uebel und Gefahren abhängt, Kenntniß der Körper, d. i. Naturgeschichte, voraussetzen, und da es am Tage liegt, wieviel durch die fleißigere Ausbildung dieser Wissenschaft in neuern Zeiten, Naturlehre, Arzneykunde, Haushaltungskunst, ja ich darf sagen, alle Künste und Wissenschaften überhaupt, gewonnen haben.

Naturgesetze, Leges naturae, *Loix de la nature*. Mit diesem Namen belegt man gewisse aus den Beobachtungen der Natur gezogne allgemeine Regeln, nach welchen sich diese oder jene Wirkungen und Veränderungen in der Körperwelt zutragen. Wir finden durchgängig, daß die Körper unter eben denselben Umständen auch eben dieselben Wirkungen hervorbringen und eben dieselben Veränderungen leiden. Haben wir nun etwas dieser Art durch alle angestellte Erfahrungen in allen bisher beobachteten Fällen wahrgenommen, so schließen wir durch Induction, es erfolge unter gleichen Umständen ebendasselbe auch in den nicht beobachteten Fällen, und werde in allen künftigen Fällen wieder erfolgen. Ein solcher Satz giebt also eine Regel ab, aus welcher sich beobachtete Phänomene erklären, und zu-

künftige vorhersagen lassen. Er enthält eine Bestimmung eines beständigen **Erfolgs**, der unter gleichen Umständen immer der nemliche ist. Alle solche beständige Erfahrungen könnten schon Naturgesetze heissen: gemeiniglich aber haben mehrere derselben noch etwas gemein, und es lassen sich aus ihnen noch allgemeinere Erfahrungssätze abstrahiren, die eine noch größere Menge beständiger Erfahrungen unter sich begreifen. Die einfachsten und allgemeinsten dieser Sätze heissen nun vorzugsweise **Naturgesetze**, besonders, wenn sie genaue mathematische Bestimmungen über die Größe der Wirkungen mit sich führen.

So ist es z. B. eine allgemeine Erfahrung, daß jeder freygelassene Stein lothrecht niederfällt. Eben so: daß jeder freygelassene Körper an der Erde lothrecht niederfällt. Ausnahmen, wie bey den Aerostaten, welche freygelassen aufsteigen, lassen sich aus den Umständen so erklären, daß die Regel dadurch nur noch mehr bestätiget wird. Der Aerostat würde auch niederfallen, wenn die Luft nicht sein ganzes Gewicht trüge, und ihn noch überdies höbe. Dies giebt also den allgemeinen Satz: Alle bekannte Körper streben gegen die Erde zu fallen. Schon dies kan ein Naturgesetz heissen.

Weil man aber auch bemerkt, daß alle Materien, bey welchen Wahrnehmungen dieser Art möglich sind, z. B. die Gewässer gegen den Mond zu fallen streben, daß die Theile des Monds und aller Planeten gegen die ganzen Massen dieser Körper gravitiren, daß der Mond gegen die Erde, daß Erde und alle Planeten gegen die Sonne und gegen einander selbst schwer sind u. s. w., so zieht man hieraus den weit allgemeinern Satz: **Alle bekannte Materien sind gegen einander schwer.**

Da man nun nach **Newtons** Entdeckungen diesem Satze noch die mathematische Bestimmung beyfügen kan, daß die Materien im directen Verhältniße der Masse und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung schwer sind, so behauptet derselbe unter dem Namen des Gesetzes der **Gravitation** einen vorzüglichen Rang unter den bisher be-

kannten Naturgesetzen, und es lassen sich ihm unzählbare Phänomene unterordnen, und wieder aus ihm herleiten.

Die vornehmsten Naturgesetze sind in diesem Wörterbuche an der Stelle, die dem Worte: Gesetze gehört (Th. II. S. 465 u. f.) namentlich angeführt, mit Verweisung auf die Artikel, welche von jedem derselben ausführlichere Nachricht geben.

Alle diese Gesetze gründen sich auf Erfahrung, und was man aus ihnen schließt oder herleitet, ist auf Induction gebaut. Man schließt nemlich, was in allen bekannten Fällen erfolgt sey, werde oder müsse in eben diesen Fällen allezeit wieder erfolgen. So sind die Naturgesetze eigentlich Sammlungen von Erfahrungen, die man blos der Erleichterung und guten Methode wegen in allgemeine Sätze zusammenfaßt — wirklich sind in der Natur nur die einzelnen Wirkungen vorhanden, die Gesetze existiren blos in den Ideen der Naturforscher, oder in dem System der Naturlehre.

Daher ist auch die Kenntniß der Naturgesetze noch nicht Kenntniß der wirkenden Ursachen und des Mechanismus, durch den die Phänomene in der That hervorgebracht werden. Die Gesetze lehren nur, **was** geschehe, nicht **wodurch** und **wie** es geschehe. So ist Ursache und Mechanismus der Gravitation, der Mittheilung der Bewegung u. s. w. gänzlich unbekannt, ob wir gleich die Gesetze dieser Phänomene sehr wohl kennen. Eben dies ist der Fall bey den meisten physikalischen Gegenständen. Zum Glück ist die Kenntniß der Gesetze für den praktischen Gebrauch bey weitem nützlicher, als die Kenntniß der Ursachen, welche sehr oft blos zu Befriedigung der Wißbegierde dient; bisweilen hat aber auch die genaue Bestimmung der Gesetze auf die Entdeckung der Ursachen geleitet.

Wenn die scholastischen Physiker die Phänomene des Saugens und der Spritzen aus einem Abscheu der Natur gegen die Leere erklärten, so lag darunter eigentlich der allgemeine Satz verborgen: Im Luftkreise werden die Körper gegen jeden luftleeren Raum nach allen Seiten zu getrieben. Diesen wahren Erfahrungssatz kleidete man irrig so ein, daß er die Kenntniß einer Ursache zu enthalten schien,

die man in Neigungen und Absichten einer personificirten Natur zu finden glaubte. Galilei und Torricelli bestimmten das Gesetz genauer, und zeigten, daß jede Fläche so stark gegen einen luftleeren Raum getrieben werde, als ob sie von dem Gewicht einer Wasser- oder Quecksilbersäule von gewisser Höhe gedrückt würde. Dadurch bemerkte man, daß die wahre Ursache in dem bestimmten Gewicht einer drückenden Materie zu suchen sey, und weil dies keine andere als die Luft seyn konnte, so entdeckte man dadurch die richtige Ursache, den **Druck des Luftkreises.** So ist das vorige Gesetz, in welchem man schon eine letzte physikalische Ursache zu sehen geglaubt hatte, in der heutigen Physik blos eine Folge aus den Gesetzen des Drucks elastischer Flüßigkeiten. Auf eine ähnliche Art sind mehrere Irrthümer der Alten verdrängt worden.

Ueberhaupt ist es der größte Vorzug der neuern Physik, daß sie sich mehr mit Bestimmung und Berichtigung der Gesetze, als mit Entdeckung der Ursachen, d. i. mehr mit Erfahrung, als mit Speculation, beschäftiget. Es ist auch in diesem Felde noch genug zu thun übrig. Wir kennen noch bey weitem nicht alle Gesetze der Natur, und sehr vielen bekannten, z. B. den Gesetzen der Elektricität und des Magnetismus, fehlt es noch an genauen mathematischen Bestimmungen.

Viele haben sich bemüht, mehrere schon an sich sehr einfache Naturgesetze unter ein einziges noch allgemeineres zusammenzubringen. So zog Leibnitz (Act. Erud. Lips. Jun. 1682.) die Gesetze der Optik, Katoptrik und Dioptrik in ein einziges, Johann Bernoulli mehrere statische und mechanische Gesetze in seinen Grundsatz der Erhaltung lebendiger Kräfte, s. Kraft lebendige, v. Maupertuis (Accord de differentes loix de la nature in den Oeuvr. de *Maupertuis*, Lyon. 1768. 8. To. IV. p. 3 sq.) die meisten bekannten Naturgesetze in das **Gesetz der kleinsten Wirkung** oder der **Sparsamkeit** zusammen, s. Wirkung. Solche Erfindungen machen dem Witze ihrer Urheber Ehre; es geht aber insgemein bey so weit getriebnen Abstractionen und Aufsuchung entfernter Aehnlichkeiten zu viel von der

Deutlichkeit und Bestimmtheit der Begriffe verlohren. Man muß sich daher hüten, sinnreiche Einfälle dieser Art für allgemeine Principia zu halten, woraus sich etwa die ganze Natur erklären und enthüllen lasse. Noch weniger kan man die aus solchen Principien hergeleiteten Erklärungen der speciellen Naturgesetze für physikalische Demonstrationen derselben gelten lassen, da überhaupt die Naturgesetze nichts über wirkende Ursache und Mechanismus lehren und anders nicht, als durch Erfahrung und Induction, erwiesen werden können. Im übrigen kan es wohl seyn, daß die Welt nach einem sehr einfachen Plane, vielleicht nach einem einzigen allgemeinen Grundgesetze, geordnet ist; nur möchte es wohl dem Menschen noch nicht vergönnt seyn, in diesen Plan mit gehöriger Deutlichkeit so tiefe Blicke zu thun, und das Universalgesetz mit Bestimmtheit anzugeben.

Naturlehre, s. **Physik**.

Nebel, Nebulae, *Brouillards*. So nennt man die sichtbaren Dünste in der Nähe der Erdfläche. In höhern Stellen des Luftkreises werden sie Wolken genennt. Beydes sind Anhäufungen von Dunstbläschen oder blasenförmigen Dünsten, s. **Dünste**, welche der Luft ihre Durchsichtigkeit benehmen und dadurch selbst sichtbar werden. Nebel und Wolken unterscheiden sich blos durch die Stelle, welche sie im Luftkreise einnehmen, und man kan die Nebel sehr richtig **niedrigschwebende Wolken** nennen. Ich will daher über das, was ihre Entstehung und Natur betrift, auf den Artikel: **Wolken** verweisen, und hier blos einige Bemerkungen über die Nebel insbesondere mittheilen.

Wenn man mit **Le Roi**, **de Saussüre**, und den meisten jetzigen Naturforschern, die Ausdünstung als eine Auflösung des Wassers in der Luft betrachtet, so ist es natürlich, die Nebel als einen **Niederschlag** aus dieser Auflösung anzusehen. Da nun ein Niederschlag voraussetzt, daß die Luft mit Wasser gesättigt sey, so können eigentliche Nebel nie anders, als bey dem äussersten Grade der Feuchtigkeit der Luft entstehen, den auch das dem Nebel ausgesetzte Hygrometer allezeit anzeigt. Wird durch zunehmende Wär-

me oder andere Ursachen die Auflösungskraft der Luft verstärkt, so löset sie den Nebel wieder auf, und er kan alsdann ganz oder zum Theil verschwinden. Wird durch Kälte u. dgl. die Auflösungskraft vermindert, so kan sich Niederschlag in Blasengestalt erzeugen, oder der schon erzeugte stärker werden. Verschwindet die Ursache, welche den Dünsten die Blasengestalt giebt, so verwandlen sie sich in concretes oder wahres tropfbares Wasser, und fallen als Thau oder Staubregen zu Boden.

Hieraus erklären sich nun die meisten Phänomene der Nebel mit ziemlicher Leichtigkeit. Erkältung einer vorher wärmern Luft ist die gewöhnlichste Ursache ihrer Entstehung, eben so, wie der wärmere Hauch der Menschen und Thiere in kalter Luft sichtbar wird. Sie sind im Frühlinge und Herbste, ingleichen des Morgens und Abends, am häufigsten: im Frühlinge und am Morgen, weil alsdann die Oberfläche der Erde erkältet ist, und die von der Sonne schon erwärmte Luft der obern Gegenden, wenn sie herabkömmt, einen Theil der Dünste fallen läßt: im Herbste und des Abends, weil alsdann die erwärmte Erdfläche stärker ausdünstet, und die erkaltenden Luftschichten einen großen Theil dieser Dünste wieder fallen lassen.

Wird bey einem Nebel die Luft schnell erwärmt, oder durch Winde mehr ungesättigte Luft herbeygeführt, so lösen sich die Dunstbläschen auf, und der Nebel zertheilt sich. Wird die Luft der obern Gegenden schwerer, ohne daß sich zugleich ihre Auflösungskraft vermehrt, so steigt der Nebel, und bildet Wolken oder einen trüben Himmel. Verwandlet sich der Nebel in tropfbares Wasser, so fällt er, benetzt die Erdfläche, und es folgt hierauf gewöhnlich ein heiterer Tag.

Da große Wasserflächen vorzüglich stark dünsten, und heftige Bewegung alle Auflösungen befördert, so sieht man, warum die Orte an der See und in der Nähe großer Gewässer oder Sümpfe, den Nebeln mehr, als andere, ausgesetzt sind, und warum man bey starken Wasserfällen beständige Nebel antrift. Die Winde hingegen zerstreuen

die Nebel, weil sie durch ihren Stoß die Dunstbläschen mit sich fortreissen und in andere Gegenden führen.

Menschen, Thieren und Pflanzen können die Nebel an sich nicht schaden, wohl aber kan die Feuchtigkeit der Luft, welche dabey statt findet, und die Verdichtung der Dünste an der Oberfläche des Körpers selbst, nachtheilig auf die Gesundheit wirken. Auch können fremdartige den Nebeln beygemischte Theile, dergleichen man oft durch den Geruch, und durch ein schmerzhaftes Gefühl in den Augen beym Nebel entdeckt, schädliche Einflüße haben. In Frankreich hat man eine gewisse Verderbniß oder ein Auswachsen des Getraides, vornehmlich des Roggens, das **Mutterkorn**, *(Bled cornu, Seigle ergoté)*, einer besondern Art von Nebeln bey feuchten und warmen Sommerwinden, dem **Honigthaue** *(Nielle)* zuschreiben wollen: wahrscheinlicher aber rühret dasselbe von Insecten her, welche diese Winde mit sich bringen.

Da aber auch andere Substanzen, ausser dem Wasser, in Dampfgestalt mit der atmosphärischen Luft vermengt seyn, und ihre Durchsichtigkeit stören können, so kan man leicht etwas zu den Nebeln rechnen, was in der hier angenommenen Bedeutung des Worts nicht zu ihnen gehört. Von dieser Art sind diejenigen Nebel, welche wenig oder gar nicht aufs Hygrometer wirken, und insgemein **trockne Nebel** *(brouillards secs)*, **Höhenrauch, Heiderauch, Sonnenrauch** genannt werden. Zu diesen gehörte der Nebel im Sommer 1783, der sich über ganz Europa, sogar bis in einige entfernte Meere, und bis auf eine ziemliche Tiefe unter die Erde erstreckte, auch vom Junius bis in die Mitte des Augusts ununterbrochen anhielt. Die Sonne erschien dadurch ganz roth; die Luft war fast immer schwül und drückend, und zeigte sich durch das Eudiometer stark phlogistisirt. Dieses merkwürdige Phänomen hat viele Schriften veranlasset (Gedanken über den so lang angehaltenen ungewöhnlichen Nebel von F. v. B. (v. Beroldingen) Braunschw. 1783. 8. **Mich. Torcia** an Toaldo zu Padua von dem Höhenrauch 1783 in Neapel und Calabrien, im deutschen Merkur, April 1774. *Senebier* sur la vapeur,

qui a regné pendant l'été de 1783 in *Rozier* Journ. de phys. May 1784. Ephemerides societatis meteorolog. Palatinae in Obs. anni 1783). Einige haben diesen Höhenrauch einer plötzlich auf nasse Witterung gefolgten Wärme zugeschrieben; andere haben ihn mit den im Febr. 1783 vorhergegangnen fürchterlichen Erdbeben in Calabrien und andern Ländern in Verbindung zu bringen gesucht (s. Vom Erdbeben auf Island im J. 1783 durch S. M. Holm, aus dem dän. Copenh. 1784. 8. S. 66 u. f.). Herr de la Lande (Magazin für das Neuste aus d. Physik. II B. 2 St. S. 98.) fand in den meteorologischen Registern der pariser Akademie vom Julius 1764. ein ähnliches Phänomen aufgezeichnet und vermuthet daher, daß es mit der auf dem Mondcykel beruhenden Witterungsperiode von 19 Jahren (s. Meteorologie) zusammenhange.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2316. sqq.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. durch **Lichtenberg**. §. 732. u. f.

Nebelsterne, Nebelflecke, Stellae nebulosae, *Etoiles nebuleuses*, Sterne, die wie helle Wölkchen am Himmel aussehen. Wenn man sie durch Fernröhre betrachtet, so scheint es drey Classen derselben zu geben. Einige zeigen sich als einzelne in einen Nebel eingehüllte Sterne; andere bestehen aus Mengen kleiner Sterne, und werden Sternhaufen genannt; noch andere erscheinen als bloße neblichte Stellen oder unförmliche Lichtmassen, und führen den eigentlichen Namen der Nebelflecke.

Das berliner astronomische Jahrbuch für 1779 liefert (Samml. der Beob. &c. S. 65 u. f.) ein Verzeichniß von 75 Nebelsternen, welche zum Theil erst von Herrn Bode entdeckt worden sind. Abbildungen und Beschreibungen der merkwürdigsten finden sich in dem von Bode herausgegebenen Himmelsatlas (Vorstellung der Gestirne auf XXXIV Kupfertafeln. Berlin u. Stralsund, 1782 in kl. Landkartenformat, auf dem 30sten Blatte). Ihre Anzahl ist aber seitdem durch teleskopische Beobachtungen von Pigott,

Darquier, und vorzüglich von Herrn Herschel ungemein vermehrt worden, wovon man die Nachrichten von Zeit zu Zeit in den neusten astronomischen Jahrbüchern des Herrn Bode findet. Am 12. Junii 1785 belief sich die Zahl der von Herschel beobachteten Nebelsterne schon auf 1249, und es sind seitdem noch mehrere neue hinzugekommen.

Unter den Sternhaufen ist der gröste die Krippe (Praesepe) im Sternbilde des Krebses. Galilei (Nunc. sider. p. 31.) nahm darinn 36 einzelne Sterne wahr; Bode zeichnet deren 40 nach Maraldi und de la Hire Beobachtungen. Kleinere finden sich an mehreren Stellen des Himmels, drey allein im Sternbilde des Fuhrmanns, ein grösserer im Schützen, und ein merkwürdiger, den Kirch im J. 1681 mit einem Kometen verglich, im Sobieskischen Schilde beym Fuße des Antinous. Das Siebengestirn (Plejades), worinn sich durch Fernröhre auf 120 Sterne zeigen, läst sich hieher nicht rechnen, weil sich hier die einzelnen Sterne schon mit bloßen Augen unterscheiden lassen.

Unter den eigentlichen Nebelflecken ist der merkwürdigste am Schwerdte des Orions von Huygens (System. Saturn. p. 8.) entdeckt, und als ein dreyfacher Stern mit einem unförmlichen Lichte umgeben (lucida regio ambit, irregulari figura, ita ut coelum hiatu quodam interruptum videatur, per quem in plagam magis illustrem sit prospectus) beschrieben worden. Man findet ihn auf einer Karte in Doppelmayrs Himmelsatlas, weit besser aber nach Messier's Beobachtungen im Bode (Vorstellung der Gestirne 30stes Bl. Fig. 5.) abgebildet. Ein anderer im Gürtel der Andromeda (ebend. Fig. 8.) ist dem bloßen Auge sichtbar, und schon 1612 von Simon Marius (Mund. Jovial. p. 5.) erwähnt. Er erscheint wie zween Kegel, deren Grundflächen an einander stehen, und 15 Min. im Durchmesser haben.

Herr Herschel hat einer eignen Art von Nebelflecken den Namen planetarischer Nebelsterne gegeben. Sie sind sehr klein, und erscheinen durch ein Fernrohr von einem Fuß nur als Fixsterne der neunten Größe. Bey stärkerer Vergrößerung aber zeigen sie eine fast eben so abgeschnittene

Scheibe, wie die Planeten, welche beynahe rund ist und ein gleichförmiges Licht hat. Darquier hat schon einen dieser Art zwischen den Sternen β und γ der Leyer gesehen, der die scheinbare Größe des Jupiters, aber einen sehr matten Schein hat, wie etwa das Licht der dunkeln Mondscheibe vor dem ersten und nach dem letzten Viertel (s. **Mondsphasen**). Eben denselben Stern hatte auch Herr **Bode** 1781 im August beobachtet (s. Magazin für das Neuste aus d. Phys. I B. 3 St. S. 154.).

Die **Sternhaufen** sind ein Phänomen, das sich nothwendig zeigen muß, so oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerley Gegend, oder fast nach einerley Linie hin, sehen. So nahe sich diese Sonnen zu stehen scheinen, so können sie doch in sehr entfernten Theilen dieser Linie, und in großen Abständen von einander liegen. Vielleicht aber machen auch diese Sternhaufen eigne Fixsternsysteme aus, die mit demjenigen Aehnlichkeit haben, zu welchem unsere Sonne mitgehört, und von dessen Gestalt bey dem Worte: **Milchstraße** geredet worden ist.

Ueber die eigentlichen **Nebelflecke** sind die Meinungen sehr getheilt gewesen. Einige haben sie für unförmliche Lichtklumpen gehalten, welches auch **Maupertuis** (Sur les differentes figures des astres in den *Oeuvres de Maup.* Lyon. 1768. 8. To. I. p. 142 sq.) für möglich hält. Erhabner ist der Gedanke, daß es ausser dem Fixsternsysteme, zu welchem unsere Sonne mit allen den einzelnen Fixsternen gehört, noch mehrere dergleichen große Systeme im Weltraume giebt, von denen wir bey den entferntern die zahllosen einzelnen Sonnen gar nicht mehr unterscheiden können, sondern nur den vereinigten Lichtschimmer des Ganzen unter der Gestalt eines runden oder länglichen Nebelflecks wahrnehmen, s. **Weltgebäude**.

Bode Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, II. Th. §. 633. 634. imgl. Astronomisches Jahrbuch, in den Jahrgängen v. 1783—1790.

Nebenmonden, Paraselenae, *Paraselenes*. Diese Erscheinung, welche zu den glänzenden oder optischen

Meteoren gerechnet wird, besteht darinn, daß man ausser dem wahren Monde noch Bilder von ihm am Himmel sieht, die meistens durch einen hellen Ring oder Kranz mit einander verbunden sind. Da sie ohne Zweifel aus eben den Ursachen entstehen, wie die ähnlichen Bilder der Sonne, so kan ich mich darüber ganz auf den Artikel **Nebensonnen** beziehen.

Beyspiele von beobachteten Nebenmonden von den Zeiten der Römer an (s. *Plinii* Hist. nat. II. 32. soles nocturni) bis auf die Mitte dieses Jahrhunderts hat **Mußchenbrock** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 2474.) gesammlet.

Nebenplaneten, Monden, Trabanten, Satelliten der Planeten, Planetae secundarii, Lunae, Satellites planetarum, *Planètes du second ordre*, *Satellites*. Diesen Namen geben die Astronomen denjenigen Weltkörpern unsers Sonnensystems, welche ihre Umläufe um einen Hauptplaneten, d. i. um einen solchen verrichten, der um die Sonne selbst läuft. So ist unser Mond ein Nebenplanet oder Trabant der Erde.

Vor der Erfindung der Fernröhre war ausser unserm Monde, kein Nebenplanet bekannt, und in den ältern Systemen ward selbst dieser mit zu den Hauptplaneten, die man sämtlich um die Erde gehen ließ, gerechnet. Nach dem copernikanischen System schien es eine Ausnahme von der Regel und ein eigner Vorzug der Erde zu seyn, daß sie einen Begleiter habe: die Fernröhre aber zeigten gar bald, daß diese Begleitung von Monden mehrern Planeten gemein sey.

Schon im November des Jahres 1609 bemerkte **Simon Marius**, oder **Mayer** in Anspach, Mathematicus der brandenburgischen Marggrafen in Franken, durch eines der ersten holländischen Fernröhre, die nach Deutschland kamen (s. **Fernrohr**, dieses Wörterb. Th. II. S. 181.), um den Jupiter, der damals rückläufig war, einige kleine Sterne, die immer in gerader Linie mit ihm, bald auf dieser, bald auf jener Seite standen, und ihn bey seinem Rücklaufe den ganzen December hindurch begleiteten. Er kam auf die Vermuthung, daß diese Sterne dem Jupiter zu-

gehörten, und fieng an, sie vom 29 Dec. bis zum 12 Jan. 1610 genauer und durch bessere Gläser zu beobachten. Eine Reise unterbrach dieses Geschäft bis zum 8 Februar, von welchem Tage an Marius die Beobachtungen fortsetzte, und um den Anfang des März völlig überzeugt ward, daß dieser Sterne vier, und daß sie Monden des Jupiters wären. Er verzögerte die öffentliche Bekanntmachung hievon bis 1614, da er erst seine Schrift hierüber (Mundus Jovialis, a. 1609 detectus, ope perspicilli Belgici. Norib. 1614. 4.) mit Tafeln über die Bewegungen dieser Sterne herausgab, und dieselben seinen Marggrafen zu Ehren Sidera Brandeburgica nannte.

Inzwischen hatte Galilei durch ein von ihm selbst zusammengesetztes Fernrohr (s. den Art. **Fernrohr** a. a. O.) diese Sterne am 7 Jan. 1610 ebenfalls gesehen, kam aber dem **Marius** in schneller Beurtheilung, genauer Beobachtung und Bekanntmachung der Sache weit zuvor. Denn noch in eben dem Jahre theilte er die Nachricht von der Entdeckung der Jupitersmonden in seinem Nuncius sidereus (Venet. 1610. 4. und Frf. 1610. 8.) dem Publicum mit, begleitete sie mit Bestimmungen ihrer Umlaufszeiten, die weit genauer, als die des Marius, sind, und nannte diese Sterne zu Ehren des großherzoglich-toscanischen Hauses, Sidera Medicea. Bey den damaligen Gesinnungen der Schulgelehrten gab es sehr viel Ungläubige, auch vorsetzliche Feinde des Galilei, die seine Entdeckung bezweifelten oder verdächtig machten. Ein Böhme **Martin Horky**, der sich damals in Italien aufhielt, schreibt an **Keplern** (Epistolae ad Keplerum scriptae ed. *Hanschio.* Lipf. 1718. fol. ep. CCCIII. p. 489.), er habe in Bologna Galileis Fernrohr heimlich bekommen, und sich überzeugt, daß es am Himmel trüge, weil er beym Alcor im großen Bären dadurch ebenfalls vier Sterne gesehen habe. Dies sey in Gegenwart des Galilei bononischen Gelehrten am 25 April 1610 gezeigt worden, wobey Galilei verstummt und am folgenden Tage traurig von Bologna abgereiset sey. Aber die Wahrheit siegte bald, als die Fernröhre häufiger wurden. Noch in eben dem Jahre bestätigte **Kepler** die Entdeckung

(Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erronibus, Pragae, 1610. 4. Frf. 1611. 4.), über die er auch in einer andern Schrift (Dissertatio cum nuncio sidereo ad Galilaeum missa Prag. 1610. 4.) mit Recht triumphirt, weil dadurch der Lauf der Erde um die Sonne mit ihrem einzigen Monde, vollkommen bestätiget werde.

Diese Jupiterstrabanten hat also **Marius** früher gesehen, **Galilei** aber zuerst genau beobachtet und bekannt gemacht. Je bescheidner Marius selbst dem Galilei die erste Entdeckung in Italien zugesteht; desto unhöflicher nennt des letztern Lobredner **Aloysius Brenna** (De vita et scriptis Galilaei Galileji in *Angeli Fabronii* Vitis Italorum doctrina excellentium, Vol. I. Pisis, 1778. 8maj. p. 53.). den Marius „hominem, quo nihil petulantius dici vel fingi „poterat", so wie den geheimden Rath **Fuchs von Bimsbach** oder **Beinbach**, auf dessen Zeugniß sich jener beruft, einen „nescio quem". Auch Herr **Jagemann** im Leben des Galilei (S. 42. 43) nennt des Marius Erzählung unbillig ein **Vorgeben**. Es ist hiebey noch zu bemerken, daß Marius seine Entdeckung schon im fränkischen Kalender von 1612 erzählt hat, wie Herr **Beckmann** (Beytr. zur Geschichte der Erfind. I B. S. 117.) aus den gesammleten Nachrichten der ökonomischen Gesellschaft in Franken (zweyter Jahrgang, Anspach 1776. 4.) anführt.

Diese Jupitersmonden sind schon durch gemeine Fernröhre von 2—3 Fuß sichtbar. Da ihre Bahnen gegen die Ebne der Ekliptik unter sehr kleinen Winkeln geneigt sind, so scheinen sie von der Erde aus fast immer in der geraden Linie zu stehen, welche mit der Ekliptik parallel durch Jupiters Mittelpunkt geht. Eigentlich aber erscheinen ihre Bahnen, als sehr ablange Ellipsen. Wenn sie bey ihrem Umlaufe in den Schatten des Jupiters kommen, werden sie verfinstert; wenn sie zwischen ihm und der Erde hindurchgehen, sieht man bisweilen ihren Schatten auf der Scheibe des Jupiters, s. **Finsterniße**. Dadurch wird völlig gewiß, was man ohnehin vermuthen würde, daß sie dunkle Körper sind, und, wie unser Mond, nur von der Sonne erleuchtet werden.

Tafeln über den Lauf der Jupiterstrabanten haben aus den Beobachtungen der Astronomen Cassini (Ephemerides Bononienses Mediceorum siderum. Bonon. 1668. fol. Tables des satellites de Jupiter reformées sur des nouvelles observ. Paris, 1693. 4.), genauer in neuern Zeiten der Ritter Wargentin, hergeleitet. Die letztern, welche insbesondere zu Berechnung der Versinsterungen eingerichtet sind und allgemein für die richtigsten gehalten werden, findet man in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln (Berlin, 1776. 8. III. B. S. 31. u. f.) für den berliner Meridian eingerichtet, und mit daraus gezognen Bewegungstafeln (S. 101. u. f.) begleitet.

Folgendes sind die periodischen Umlaufszeiten dieser Monden um den Jupiter, nach Wargentin, und ihre Abstände vom Jupiter in Halbmessern des letztern ausgedrückt, nach Cassini:

	Periodischer Umlauf				Abstand
	Tag	St.	Min.	Sec.	
1ster Trabant	1	18	27	33	- - - 6,0
2ter - - -	3	13	13	42	- - - 9,5
3ter - - -	7	3	42	33	- - - 15,1
4ter - - -	16	16	32	8	- - - 26,6.

Auch hiebey findet das keplerische Gesetz statt, daß sich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Abstände, verhalten. Der Umlauf der Trabanten erfolgt nach der Ordnung der Zeichen, und erscheint uns, wenn sie hinter dem Jupiter stehen, rechtläufig, wenn sie vor ihm sind, rückläufig, s. Folge der Zeichen.

Die Fläche der Jupitersbahn ist gegen die Ekliptik nur unter einem Winkel von 1° 19′ geneigt, und mit der letztern macht die Fläche der Bahn des 1sten, 2ten und 3ten Trabanten Winkel von etwa $3\frac{1}{3}°$; die des 4ten von $2\frac{1}{2}°$. Die Knoten dieser Bahnen fallen um 14° ♒ und 14° ♌. Wenn also Jupiter in diesen Punkten gesehen wird, scheinen die Trabanten in geraden Linien und genau durch seinen Mittelpunkt zu rücken; steht er aber in 14° ♉ und 14° ♏, so erscheinen die von den Monden beschriebenen Ellipsen am weitsten geöfnet.

Am leichtsten lassen sich die Stellungen dieser Trabanten, so wie sie von der Erde aus erscheinen, durch ein Modell vom System des Jupiters, odder ein sogenanntes Jovilabium finden, welches sich Casini zuerst zu seinem Gebrauche erfunden, und Weidler (Explicatio Jovilabii Cassiniani. Viteb. 1727. 4.) beschrieben hat. Es besteht aus kreisrunden Pappen oder Kartenblättern, die sich um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt drehen lassen, wo der Mittelpunkt die Stelle des Jupiters, die Umkreise der Pappen aber die Bahnen der Monden, nach den gehörigen Verhältnißen, vorstellen. Das Ganze wird von einem Ringe umgeben, der die ebenfalls um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt beschriebene Ekliptik vorstellt, und dem gemäß in die gehörigen Zeichen und Grade getheilt ist. Die Umkreise der Bahnen selbst werden nach den täglichen Bewegungen eines jeden Trabanten um den Jupiter abgetheilt. Um nun die Stellung für eine gewiße Zeit zu finden, wird die Länge eines jeden Trabanten aus dem Jupiter gesehen (longitudo jovicentrica) aus den Tafeln gesucht, und ihr gemäß wird das Merkmal, das den Trabanten vorstellt, auf dem Umkreise seiner Bahn so verschoben, daß es vom Mittel aus gerechnet auf der Ekliptik diese Länge bekömmt. Hierauf sucht man aus den Tafeln den geocentrischen Ort des Jupiters, und richtet auf den Punkt der Ekliptik, der mit diesem Orte übereinkömmt, eine um den Mittelpunkt bewegliche Regel. Wenn man nun die senkrechte Entfernung der Trabanten von der Schärfe dieser Regel mißt, und vom Mittelpunkte eines kleinen Kreises, der den Jupiter vorstellt, auf die eine oder die andere Seite trägt, so giebt die daraus entstehende Zeichnung den Stand, von der Erde aus gesehen, richtig an. Giebt man dabey noch Acht, wie die Knotenlinie der Trabantenbahnen liegt, so läßt sich beurtheilen, ob die Trabanten höher oder niedriger, als der Mittelpunkt des Jupiters, gesehen werden. Auf diese Art ist in mehreren Ephemeriden, z. B. den wiener, dem berliner astronomischen Jahrbuche u. a. für eine gewisse Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Jupitersmonden verzeichnet.

Die scheinbaren Durchmesser der Jupiterstrabanten hat man wegen ihrer Kleinheit mit dem Mikrometer nicht messen können. Muthmassungen darüber ließen sich aus der Zeit herleiten, die sie brauchen, in Jupiters Schatten zu treten, wenn dabey nicht soviel von der Güte der Augen und der Fernröhre abhienge. Maraldi's und anderer Bemühungen hierüber erzählt de la Lande (Astron. §. 2979.). Des vierten Durchmesser möchte etwa ¼ vom Durchmesser der Erde, also unserm Monde gleich, seyn. Wargentin setzt den 3ten und 4ten 5 bis 6mal größer, den zweyten 2mal kleiner, als den ersten (s. Pilgram von der scheinbaren Größe der Jupiterstrabanten ꝛc. in den Beytr. zu verschiedn. Wissensch. von einigen österreich. Gelehrten. Wien 1775. gr. 8. S. 266.). Sie zeigen sich auch nicht stets gleich helle, woraus man schließt, daß sie helle und dunkle Flecken haben, und sich um eine Axe drehen.

Ausser diesen vier Trabanten glaubte Rheita (Oculus Enochi atque Eliae s. Radius sidereo-mysticus. Antverp. 1655. fol.) noch fünf neue Begleiter Jupiters (planetae Vrbanoctaviani s. Ferdinandotertii s. Agrippini von dem Beobachtungsorte, Cölln) entdeckt zu haben. Es waren aber fünf Sterne des Wassermanns, die Jupiter verließ, als er aus seiner Stelle fortrückte.

Huygens, der den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge beobachtete, entdeckte am 25 März 1655 einen Saturnsmond (De Saturni luna observ. nova ingl. Systema Saturnium in *Chr. Hugenii* Opp. To. III.), dessen Umlaufszeit er angab. Dieser ist, wie man nachher gefunden hat, der gröste unter den übrigen, und in der Ordnung, vom Saturn aus gerechnet, der vierte. Erst 16 Jahre darauf (1671) sahe der ältere Cassini durch ein Fernrohr von 17 Fuß den 5ten, und am Ende des 1672sten Jahres den 3ten, mit Fernröhren von 35 und 70 Fuß. Noch 12 Jahre hernach (1684) bediente er sich der Objectivgläser, welche Ludwig XIV. mit großen Kosten von Campani in Bologna hatte verfertigen lassen (s. Fernrohr, dieses Wörterb. Th. II. S. 199.). Durch solche Fernröhre, wovon das gröste 136 Fuß lang war, entdeckte er noch den ersten

und zweyten Saturnstrabanten (*Du Hamel* Regiae Scient. Academiae historia ad ann. 1684. Cap. III. p. 244.). Cassini nannte sie sidera Ludovicea. Man zweifelte aber, besonders in England, noch lange an der Wahrheit dieser Entdeckung. **Huygens** (Cosmotheor. p. 85.) zweifelt noch, ob er den ersten und zweyten wirklich gesehen habe, und **Derham** (Astrotheolog. L. VII. c. 7.) konnte durch ein Fernrohr von 126 Fuß nur 3 sehen. Endlich stellte **D. Pound** im J. 1718 durch ein Objectivglas von 123 Fuß Brennweite die im Artikel **Fernrohr** (Th. II. S. 201.) erwähnte Beobachtung an, und erblickte dabey den Saturn von fünf Trabanten begleitet.

Seit der Erfindung der Teleskope und achromatischen Objectivgläser braucht man nicht mehr so lange Fernröhre, um die Saturnstrabanten zu sehen: nach **Wargentin** zeigen sie sich schon durch ein dollondisches von 10 Fuß. Die vier ersten bewegen sich in der Fläche des Ringes, s. **Saturn**, welche mit der Ekliptik einen Winkel von $31\frac{1}{2}°$ macht, und ihre Knoten gegen 17° ♍ und 17° ♓ gerichtet hat. Der fünfte Trabant aber läuft in einer Bahn, die gegen die Ekliptik nur um 15° geneigt ist, und die Knoten bey 5° ♍ und 5° ♓ hat. Wegen dieser starken Neigung erscheinen die Bahnen mehrentheils sehr elliptisch, und die Trabanten stehen nicht in so gerader Linie, wie die beym Jupiter. Auch sind ihre Verfinsterungen selten, und schwer zu beobachten. Nur beym vierten hat man dergleichen wirklich gesehen (Mém. de Paris. 1757. p. 17.).

Tafeln über ihre Bewegungen haben **Jacob Cassini** (Mém. de Paris. 1716, und in Elemens d'Astronomie. Paris 1740.) und **D. Pound** (Philos. Trans. 1718. no. 356.) gegeben. Man hat dabey die Umlaufszeit des vierten, der sich am besten beobachten läßt, zum Grunde gelegt, und aus dieser, verbunden mit den größten Abständen der Monden vom Saturn, nach den keplerischen Regeln die Umlaufszeiten der übrigen geschloßen. Die Cassinischen Tafeln findet man erweitert, für den berliner Meridian, in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln (III Band. S. 137 u. f.)

Folgendes sind ihre periodischen Umlaufszeiten und Abstände vom Saturn, die letztern in Saturnshalbmessern ausgedrückt:

	Periodischer Umlauf				Abstand
	Tag	St.	Min.	Sec.	
1ster Trabant	1	21	18	27	4,50
2ter - - -	2	17	44	22	5,76
3ter - - -	4	12	25	12	8,05
4ter - - -	15	22	34	38	18,67
5ter - - -	79	7	47	0	54,20.

Von einem Saturnilabium, dadurch man ihre Stellung für jede Zeit leicht finden könnte, redet de la Lande (Astron. §. 2994.)

Ueber ihre scheinbaren Durchmesser läst sich gar nichts bestimmen. Sie erscheinen nicht immer gleich helle; ja einige, besonders der fünfte, sind sogar nicht allemal sichtbar. Dieser fünfte Trabant scheint in seinem grösten westlichen Abstande vom Saturn größer, als die drey ersten, hingegen im östlichen Theile seiner Bahn ist er über einen Monat lang kaum zu sehen. Huygens (Cosmotheor. p. 100.) vermuthet daher auf der Seite, die er alsdann gegen uns kehrt, sehr große dunkle Flecken; so wie er auch aus dem großen Abstande des 4ten und 5ten wahrscheinlich macht, daß zwischen beyden noch ein sechster Trabant vorhanden sey.

Von den durch Herrn Herschel am 11 Jänner 1787 entdeckten Begleitern des neuen Planeten Uranus werde ich bey dem Worte: Uranus reden.

Ausser diesen Monden der Erde, des Jupiters, Saturns und Uranus hat man auch bey der Venus einen Begleiter wahrnehmen wollen. Die dahin gehörigen Beobachtungen sind von Cassini 1686, Short 1740, Montaigne 1761. Aeltere des Franz Fontana von 1646 werden, wie Herr Kästner zeigt, sehr unrichtig als Wahrnehmungen eines Venustrabanten angeführt, da sie sich blos auf Abbildungen der Venus, durch schlechte Fernröhre betrachtet, gründen. Der Ritter Wargentin (Abhdl. der schwed. Akad. d. Wiss. 1761. der kästnerischen Uebers. S. 178.)

beobachtete die Venus zu eben der Zeit, wie Montaigne, ohne einen Mond bey ihr zu sehen, und wundert sich, daß man ihn binnen 90 Jahren nur dreymal, und gleichsam in der Eil, solle gesehen haben. Lambert (Mém. de l'acad. de Prusse 1773. und Vom Trabanten der Venus in d. Berliner Ephemeriden für 1777, Samml. S. 178. 1778. S. 116.) gab sich die Mühe, alles zu sammlen, was etwa für eine Beobachtung dieses Trabanten gelten könnte, und daraus eine Theorie für seinen Lauf mit Tafeln zu berechnen. Daraus schien zu folgen, er werde den 1 Jun. 1777. in der Sonnenscheibe zu sehen seyn. Man hat aber nichts dergleichen wahrgenommen; und überhaupt seit 28 Jahren nichts mehr von Beobachtungen dieses Venusmonds gehört. Es scheint also die Sache ein Irrthum der Beobachter gewesen zu seyn. Der P. Hell (Ephemerides Vienn. 1766 in Append.) zeigt, daß sich bey Betrachtung eines so glänzenden Planeten, wie Venus, ein Bild von ihm auf der Pupille entwirft, welches sich wieder im Augenglase spiegelt, und leicht für einen Venusmond angesehen werden kan. Etwas ähnliches sieht man nach Herrn Köhlers Bemerkung (Wittenberg. Wochenblatt. 1777. S. 393.) auch, wenn das Objectivglas des achromatischen Fernrohrs schief eingesetzt ist.

Weidler Histor. astron. Viteb. 1741. 4. Cap. XV. §. 6. 12. 92. 120.

Scheibel Einl. zur mathem. Bücherkenntniß. 18tes Stück, Breslau, 1789. 8. S. 88. 89.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. I Theil, §. 433 u. f. 449 u. f.

Kästner Anfangsgr. der Astron. Dritte Aufl. Götting. 1781. 8. §. 197 u. f. §. 265. 276.

Nebensonnen, Parhelii, Parhelia, *Parélies ou Parhélies*. Bilder der Sonne, welche sich bisweilen noch ausser der wahren Sonne am Himmel zeigen, meistens durch einen hellen, auch wohl gefärbten, Kranz oder Ring, untereinander verbunden sind, oder auch schweifähnliche Stücken eines solchen Kranzes an sich haben. Man sieht dergleichen Bilder auch vom Monde, s. **Nebenmonden**. Beyde werden zu den glänzenden oder optischen Lufterscheinungen gerechnet, s. **Meteore**.

Unter den Alten erwähnen die Nebensonnen Aristoteles (Meteor. III. 2.) und Plinius (H. N. II. 32.), der leztere mit Benennung der Consuln, unter welchen im römischen Reiche dergleichen gesehen worden. In neuern Zeiten zog das sogenannte römische Phänomen, das Scheiner am 20 März 1629 beobachtete, die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich. Ich entlehne die Beschreibung desselben aus Descartes (Meteoror. C. X. §. 6.).

Taf. XVII. Fig. 61. ist A der Beobachter zu Rom, B sein Zenith, C die wahre Sonne, AB die Verticalfläche durch die Sonne. Die Kreise muß man sich auf einer künstlichen Himmelskugel, welche von aussen betrachtet wird, gezogen vorstellen. Um die Sonne C erschienen zween unvollkommne concentrische Ringe mit Regenbogenfarben, der innere DEF vollkommner, aber doch bey DF unterbrochen und offen, ob er sich gleich bisweilen zu schließen schien; der äussere GHI weit blässer und oft kaum merklich. Ein dritter sehr großer und ganz weisser Ring KLMN erschien ununterbrochen, doch war er zulezt von M bis N schwächer, und fieng an daselbst zu verschwinden. In den gemeinschaftlichen Durchschnitten dieses Ringes mit dem äussern farbigen Ringe GHI zeigten sich zwo nicht ganz vollkommne Nebensonnen N und K. Die leztere war schwächer an Licht, als die erste. In der Mitte waren sie der Sonne selbst ähnlich; die Ränder aber waren farbig, und nicht genau abgeschnitten. Die Nebensonne N war immer in Bewegung, und schien einen dichten hellen Schweif NP von sich zu strecken. Jenseits des Zenith zeigten sich noch zwo Nebensonnen L und M, nicht so lebhaft, aber runder und weisser, milch- oder silberfarbig, wie der Ring, in dem sie standen. M verschwand früher, als L, wie auch der Ring auf dieser Seite. Auch verschwand N eher, als K, und K, welche sich am längsten zeigte, ward nach dem Verschwinden der übrigen erst recht lebhaft. Die Ordnung der Farben in den Ringen DEF, GHI, war wie bey den Höfen, nemlich das Rothe inwendig; auch war der Durchmesser des einen 45°.

Mehrere Beobachtungen dieser Art von Gassendi, de la Hire, Cassini, Gray, Halley führt Musschenbroek an (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2455.). Die schönste und seltenste unter allen ist von Hevel (De rarissimis quibusdam Paraselenis ac Pareliis bey s. Mercurio in Sole viso, Gedani, 1662. fol. p. 173.), der am 20 Febr. 1661 sieben Nebensonnen auf einmal sahe. Dieses Hevelische Phänomen scheint die vollständige Darstellung alles dessen zu enthalten, was andere nur stückweis und einzeln gesehen haben. Es unterscheidet sich vom römischen nur darinn, daß drey farbige Ringe um die Sonne gehen, deren äusserster sich über B hinaus erstreckt, und daß bey E und H noch kleine Bogen von horizontalen Kreisen, die also B zum Pole haben, zu sehen sind. Die Nebensonnen stehen alle in Durchschnittspunkten der Ringe und Bogen; nur eine einzige zeigt sich im horizontalen großen Kreise bey V der wahren Sonne gegen über, und der Schweif N P geht nicht gerade aus, sondern krümmt sich im Bogen, als ein Stück des Kreises NMLK.

Die Nebensonnen sind gewöhnlich mit weissen oder farbigen Ringen von der Breite des scheinbaren Sonnendurchmessers begleitet. Durch alle Nebensonnen, oder doch durch die meisten geht ein weisser horizontaler Kreis, der, wenn er ganz wäre, auch durch die wahre Sonne gehen würde. Mit diesem gehen dann noch farbige Bogen parallel, die da, wo sie die Ringe berühren, noch mehr Nebensonnen bilden. Die Schweife sind allemal Stücken dieser Kreise oder Ringe, und erscheinen oft einzeln. So sahe Musschenbroek zu Leiden (Introd. ad phil. nat. §. 2457.) blos eine einzige Nebensonne mit drey Schweifen, deren zween horizontal waren, einer aber von 12° Länge senkrecht aufwärts stand. Mehreremal hat man die Sonne mit aufwärts oder niederwärts gerichteten leuchtenden Schweifen auf- oder untergehen gesehen. Wales (Philos. Trans. Vol. LX. p. 129.) erzählt, daß in der Hudsonsbay solche Streifen jeden Morgen gesehen werden, auch die Nebensonnen daselbst sehr häufig sind. Malezieu sahe im J. 1722 drey Sonnen gerade und dicht über einander. Musschenbroek (a. a. O.)

hat dergleichen Beobachtungen sehr fleißig zusammengetragen.

Descartes in seinen Meteoren und der Dioptrik gab die erste, aber sehr unglückliche, Erklärung der Nebensonnen aus der Reflexion der Sonnenstralen durch die in der Luft schwebenden Eistheile. Er glaubt nemlich, es werde bisweilen das Eis durch entgegengesetzte Winde zusammengetrieben und in einen ungeheuren Eiscylinder vereiniget, der durch Zurückwerfung des Lichts nach allen Seiten den großen horizontalen Kreis bilde. Die übrigen Umstände seiner Erklärung sind eben so unwahrscheinlich als unzureichend. Dechales schreibt die Nebensonnen blos im Allgemeinen einem Spiegeln der Sonne in den Wolken zu, und erzählt, daß sich zu Vesoul in Bourgogne einst ein Bild des Erzengels Michael auf eine ähnliche Art in den Wolken gespiegelt und alle Zuschauer in Schrecken gesetzt habe.

Die beste Theorie der Nebensonnen ist noch bis jetzt die des Huygens (Philos. Trans. Vol. V. no. 60. Diss. de coronis et parheliis in Opp. reliquis Amst. 1728. 4.) s. Höfe. So wie dieser scharfsinnige Physiker die Höfe aus durchsichtigen Kügelchen mit undurchsichtigen Kernen erklärt hatte, so nahm er für die weissen Ringe und Nebensonnen kleine durchsichtige aufrechtschwebende Cylinder oder Eisnadeln (spicula glacialia) mit undurchsichtigen Kernen an. Hieraus zeigt er die Entstehung des großen horizontalen Kreises sehr natürlich durch Zeichnung eines solchen Cylinders im Großen und des Weges der von ihm zurückgeworfenen Sonnenstralen. Jeder Punkt der Sonne erleuchtet einen Kreis von solchen Eisnadeln, dessen scheinbare Höhe mit der Höhe des erleuchtenden Punkts einerley ist. Dadurch muß also nothwendig die Erscheinung eines horizontalen Ringes, von gleicher Breite mit der Sonne selbst, entstehen. Die nächsten Nebensonnen bey N und K, Taf. XVII. Fig. 61, läßt Huygens aus eben diesen aufrechtschwebenden Cylindern durch eine gedoppelte Brechung der Sonnenstralen entstehen. Wegen des undurchsichtigen Schneekerns nemlich können von den Cylindern zwischen K und N keine Stralen ins Auge kommen, daher auch nach ihm die Entfernung

KN desto größer wird, je dicker der Schneekern gegen den ganzen Cylinder ist. Am hellsten scheint die Sonne durch die an K und N zunächst anliegenden Cylinder, etwas auch noch durch die darauf folgenden, aber immer schwächer. Daher kommen diese Nebensonnen und ihr Schweif, der nach der Richtung des weissen Kreises hinläuft, und soweit er reicht, denselben heller macht.

Die farbigen Ringe DEF und GHI erklärt Huygens zwar nicht aus Kügelchen, wie die Höfe, aber doch aus den halbkugelförmig abgerundeten Enden der Cylinder, welche die Nebensonnen bilden. Die hintern Nebensonnen L und M leitet er ebenfalls aus einer Brechung der Stralen in den Eisnadeln dieser Gegend her, beweiset daraus, daß sie in dem horizontalen Kreise 90° von einander abstehen müssen, und daß sie bey 25° Sonnenhöhe gar nicht erscheinen, wenn der Durchmesser des Kerns gegen den Durchmesser des ganzen Cylinders größer als 59 gegen 100 ist. Huygens führt das ganze römische Phänomen und Hevels Beobachtung sehr glücklich auf diese Theorie zurück.

Weidler (Diss. de Parheliis a. 1736 visis. Viteb. 1738. 4.) will zwar Huygens Erklärung der Höfe nicht gelten lassen, billigt aber doch seine Vorstellungsart von der Entstehung des weissen horizontalen Kreises durch die Reflexion des Lichts von cylindrischen Eisnadeln. Musschenbroek führt auch an, daß nach Maraldi, Weidlers und Krafts Bemerkung solche Eisnadeln nach Verschwindung der Nebensonnen wirklich aus der Luft gefallen sind, nur daß man sie nicht in der Mitte undurchsichtig gefunden hat, und daß nach Ellis und Middleton in Nordamerika die Luft bisweilen mit sichtbaren Eisnadeln angefüllt sey. Einige Einwendungen gegen Huygens Hypothese aus Beobachtungen, theilt Maller mit (Abhdl. der schwed. Akad. der Wiss. XXV. Band, S. 47.).

So gekünstelt auch die hugenianische Erklärung scheinen mag, so kan man sich doch die Sache schwerlich anders vorstellen, als daß die Kreise, sie mögen weiß oder farbig seyn, in bloßen Nebeln und Dünsten entspringen, die entweder aus kleinen Wassertröpfchen oder aus Dunstbläschen beste-

hen. Wenn das Phänomen vollständig ist, scheint es sechs Kreise zu zeigen, deren drey um die Sonne, drey mit dem Horizonte parallel gehen, und die in ihren Durchschnitts- oder Berührungsstellen Nebensonnen zeigen. Wie aber diese Kreise hervorgebracht werden, das ist noch bisher von keinem Naturforscher aus den Eigenschaften des Lichts mit Vollständigkeit erklärt worden.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2454 sq.

Ren. Descartes Meteora Cap. X. in ej. Specimin. Philosophiae. Amst. 1685. 4.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 441 u. f.

Nebenwohner, Perioeci, *Perioeciens*. Diesen Namen giebt man den Bewohnern solcher Orte der Erdfläche, welche unter einerley Breiten oder Parallelkreisen, aber in entgegengesetzten Punkten derselben, oder in entgegengesetzten Mittagskreisen, wohnen. So sind Taf. VIII. Fig. 2. die in g Nebenwohner derer in f; beyde Orte liegen in einerley Parallelkreise fg, aber in entgegengesetzten Meridianen pgs und pfs. Die Nebenwohner haben einerley Jahrszeiten, aber entgegengesetzte Tagesstunden. Leipzigs Nebenwohner fallen in die Gegend der Fuchsinseln im kamtschatkischen Meere, wo sich das nördliche Amerika gegen das östliche Ende von Asien streckt.

Negative Elektricität, s. Elektricität, unter dem Abschnitte: Entgegengesetzte Elektricitäten.

Neigung der Magnetnadel, Inclinatio acus magneticae, *Inclinaison de l'aiguille magnetique*. So nennt man den Winkel, um welchen die Richtung einer freyschwebenden und im Gleichgewicht stehenden Magnetnadel gegen die Horizontalfläche geneigt ist. Wenn nemlich die Magnetnadel so gearbeitet ist, daß sie vor ihrer Bestreichung mit dem Magnet auf der Spitze, von der sie getragen wird, völlig wagrecht und im Gleichgewichte steht, so findet man nach dem Bestreichen mit dem Magnet, daß sie dieses Gleichgewicht verlohren hat. Sie neigt sich nunmehr mit der einen Spitze unter den Horizont, indem sie

die andere Spitze emporhebt, und nimmt solchergestalt eine schiefe oder gegen den Horizont geneigte Lage an. Es scheint gleichsam durch das Bestreichen der eine Theil von ihr schwerer, als der andere geworden zu seyn. Diese Neigung zeigt sich an den meisten Orten der Erde, aber nicht überall auf gleiche Art und unter gleichen Winkeln.

In dem grösten Theile der nördlichen Helfte unserer Erdkugel senkt sich der nördliche Theil der Nadel unter den Horizont, indem sich der südliche erhebt, und man nennt dieses eine **nördliche Neigung** (inclinatio borealis); an den meisten Orten der südlichen Helfte hingegen erfolgt das Gegentheil, und die Nadel zeigt eine **südliche Neigung** (inclinatio australis). Die Orte, wo die Nadel gar keine Neigung hat, oder auch nach dem Streichen mit dem Horizonte parallel bleibt, fallen zwar zwischen beyde Helften der Erdkugel, aber nicht eben genau in den Aequator der Erde; auch ist selbst an einem und ebendemselben Orte die Neigung der Nadel im Fortgange der Zeit veränderlich.

Die Neigung der Magnetnadel zu beobachten, dienen eigne Vorrichtungen, welche man **Neigungscompaße, Neigungsnadeln** (Inclinatoria, *Aiguilles d'inclinaison*) zu nennen pflegt. **Robert Norman**, ein englischer Seemann und Künstler, hat, soviel man weiß, den ersten Neigungscompaß verfertiget, und damit im Jahr 1576 zu London die Neigung der Nadel 71° 50′ nördlich beobachtet (s. *Gilbert* de magnete L. I. c. 1. und *Petr. v. Musschenbroek* diss. physico-experimentalis de Magnete Cap. III. in seinen Diss. phys. et geometr, Lugd. Bat. 1729. 4.). Die einfachste Einrichtung solcher Neigungscompaße, wie sie **Wolf** (Nützl. Vers. Th. III. Cap. 4. §. 61.) beschreibt, zeigt Taf. XVII. Fig. 62. ABCD ist ein messingner Ring, der bey A aufgehängt werden kan. An dem Durchmesser DB hin werden an den Seiten zween schmale messingne Streifen angelöthet. Mitten in denseben sind Lager, in welchen die an die Mitte der Nadel EF bey G angesetzten Stifte, als Zapfen, so ruhen, daß der Mittelpunkt der Nadel G genau mit dem Mittelpunkte des ganzen Ringes coincidirt. Die Quadranten AB, BC, CD, DA werden in ihre 90 Grade

u. s. f. eingetheilt, und die Grade von B gegen A, von B gegen C u. s. w. gezählt. Wird nun dieses Instrument bey A aufgehangen und so gerichtet, daß die Linie BD mit der Richtung des gewöhnlichen Compasses, oder der magnetischen Mittagslinie übereintrift, so wird die Nadel EF, wenn sie zuerst ins Gleichgewicht gebracht, und nachher gehörig bestrichen worden ist, s. **Magnetnadel**, die schiefe Stellung EF annehmen, und durch die Bogen BE und DF die Größe der Neigung oder des Winkels BGE angeben.

Man sieht aber bald, wie sehr und wie zufällig hiebey die Stellung der Nadel vom Reiben der Zapfen in den Lagern abhängt, daher denn auch schlechte Neigungsnadeln, wenn man sie bewegt, nie wieder genau in die vorige Stellung kommen. Die pariser Akademie der Wissenschaften stellte deswegen die Verbesserung des Neigungscompasses zur Preißfrage für 1743 auf. Dies gab Gelegenheit, die Fehler der bisherigen Nadeln und die Mittel dagegen genauer zu untersuchen, welches in den damals gekrönten Preißschriften des Herrn **Daniel Bernoulli**, **Euler** und **de la Tour** (Recueil des pieces sur les Boussoles d'Inclinaison. à Paris, 1748. 4.) mit großer Sorgfalt geschehen ist. Die vorgeschlagnen Mittel kommen darauf hinaus, daß sich die Axe der Nadel auf einer wagrechten Ebne drehe, und daß man es durch hinzugesetzte kleine Gewichte so einrichte, daß die eigne Last der Nadel ihr schon fast die Stellung gebe, die ihr die magnetische Neigung geben will. Mehr hieher gehörige Nachrichten liefert eine Abhandlung des Herrn **Wilke** (Abhdl. der königl. schwed. Akad. der Wiss. auf das J. 1768. 30ster Band, der deutsch. Uebers. S. 209 u. f.). Am vollständigsten wird die Theorie der Neigungsnadel vom jüngern **Euler** (Theorie de l'inclinaison de l'aiguille magnetique in den Mém. de Berlin. 1755.) vorgetragen. Auch haben **Brander** und **Höschel** (Beschreibung des magnetischen Declinatorii und Inclinatorii. Augspurg, 1779. 8.) sehr gute von ihnen selbst verfertigte Neigungscompasse beschrieben.

Cavallo (Abhdl. der Lehre vom Magnet, a. d. engl. Leipzig, 1788. gr. 8. S. 157 u. f.) bemerkt, daß man in Eng-

land die Taf. XVII. Fig. 62. vorgestellte Einrichtung beybehalte, der Nadel aber die Fig. 63. abgebildete Gestalt gebe. Dabey bleibe ein doppelter Fehler übrig. Erstlich sey doch der Ruhepunkt am untern Theile der Axe, und die Axe selbst keine mathematische Linie; daher bekomme die Helfte, die sich erhebe, mehr Entfernung vom Ruhepunkte, und mehr Moment, als die, die sich senke; diese Ungleichheit nehme zu, je stärker die Neigung werde, und bey lothrechter Stellung der Nadel sey die Helfte über dem Ruhepunkte um den völligen Durchmesser der Axe größer, als die untere: aus dieser Ursache wirke der Magnetismus der Erde nicht mit gleichem Momente auf beyde Enden, und dieser Fehler lasse sich gar nicht verbessern. Zweytens könne die Nadel leicht durch anhängende Feuchtigkeit u. dgl. aus dem Gleichgewichte kommen, ohne daß man es bemerke. Er räth endlich an, nach jeder Beobachtung die Pole der Nadel durch künstliche Magnete umzukehren, die Neigung in diesem Zustande noch einmal zu beobachten, und zwischen beyden Beobachtungen das Mittel zu nehmen, welche schon längst bekannte Methode allerdings zu Vermeidung der Fehler das meiste beyträgt.

Bey der Beobachtung selbst muß man nicht nur alles Eisen entfernen, sondern auch die Nadel genau in die Richtung des magnetischen Meridians bringen. Trift man diese Richtung nicht genau, so findet man die Neigung allemal zu groß; und wenn der Durchmesser BD den magnetischen Meridian rechtwinklicht durchschneidet, so stellt sich eine gute Nadel völlig lothrecht. Dies hat **Daniel Bernoulli** bemerkt, und den Satz erwiesen, daß sich die Cotangente der Neigung verhält, wie der Cosinus des Winkels, den die Verticalfläche durch die Nadel mit dem magnetischen Meridiane macht.

Durch Beobachtungen der Neigungsnadel hat man gefunden, daß die Neigung gemeiniglich größer wird, je näher der Beobachtungsort den Polen der Erde liegt. Dies zeigt sich schon aus den Beobachtungen des P. **Noel** vom Jahre 1706, welche **Wolf** (Nützl. Vers. Th. III. Cap. 4. §. 61.) anführt. Die Neigung war damals zu Lissabon

48° 10′ nördlich; unter dem Aequator 10° 30′ nördl.; bey etwa 7° südlicher Breite ward sie Null, bey 25° südl. Breite schon 65° südlich; und bey 35° 25′ südlicher Breite stand die Nadel vertikal. Doch diese Beobachtungen sind verdächtig.

Folgende von Cavallo mitgetheilte Tafel zeigt eben dies für neuere Jahre aus zuverläßigern Wahrnehmungen.

Breite		Länge		Neigung		Jahr
Nördl.		Oestl.		Nördl.		
53°	55′	193°	39′	69°	10′	1778
49	36	233	10	72	29	
		Westl.				
44	5	8	10	71	34	1776
38	53	12	1	70	30	
34	57	14	8	66	12	
29	18	16	7	62	17	
24	24	18	11	59	0	
20	47	19	36	56	15	
15	8	23	38	51	0	
12	1	23	35	48	26	
10	0	22	52	44	12	
5	2	20	10	37	25	
Südl.						
0	3	27	38	30	3	
4	40	30	34	22	15	
7	3	33	21	17	57	
11	25	34	24	9	15	
		Oestl.		Südl.		
16	45	208	12	29	28	
19	28	204	11	41	0	
21	8	185	0	39	1	1777
35	55	18	20	45	37	1774
41	5	174	13	63	49	1777
45	47	166	18	70	5	1773

Gegenwärtig ist die Neigung der Nadel in Frankreich, England und Deutschland 71—73°, in Torneå 78°, auf Spitzbergen 81—82° nördlich; auf dem Cap der guten Hofnung 41° 44′ südlich. Sie ändert sich für einerley Ort im

Fortgange der Zeit, wiewohl sehr langsam. So war sie nach Cavallo für London im Jahre 1576, 71° 50′; im J. 1775, 72° 3′, daß also die Veränderung in 300 Jahren nur 13 Minuten betragen hat, wenn man sich anders auf die alten Beobachtungen verlassen darf. Andere Schriftsteller aber geben diese Veränderung weit größer an. In Berlin hat man 1755, 71¾, und 1769, 72¼° Neigung gefunden. Es läßt sich wegen der Mängel, denen die Neigungsnadeln noch unterworfen sind, nichts sehr zuverläßiges über so geringe Unterschiede bestimmen.

Wenn man auf einer Landkarte die Orte bemerkt, an welchen die Nadel zu einer gewissen Zeit einerley Neigung gezeigt hat, und diese Orte mit Linien verbindet, so kommen gekrümmte Züge zum Vorschein, die man **Neigungslinien** nennt. Diese Linien kreuzen sich mit den Abweichungslinien (s. **Abweichung der Magnetnadel**), und scheinen ebenfalls Beziehung auf gewisse Punkte der Erdfläche zu haben. Die Linie z. B., in welcher die Neigung Null ist, geht im atlantischen Meere etwa durch 10° südlicher, im indischen Meere durch 8° nördlicher Breite, und muß also irgendwo zwischen beyden Stellen (etwa mitten in Afrika) den Aequator der Erde durchschneiden. Man hat über die Neigung noch nicht soviel Beobachtungen, als über die Abweichung, und muß also dabey viel durch bloßes Rathen ergänzen. Inzwischen hat Herr **Wilke** (Versuch einer magnetischen Neigungscharte in den schwedischen Abhdl. für 1768. 30 Band. der deutsch. Uebers. S. 209.) aus **Cunninghams**, des **P. Feuillee**, **de la Caille**, und Cap. **Ekebergs** Beobachtungen den Entwurf einer Neigungskarte vorgelegt. Auch sind die Neigungslinien auf den Karten des Prof. **Funk** (Die nördliche und südliche Erdoberfläche, auf die Ebne des Aequators projicirt. Leipzig, 1781.) verzeichnet.

Diejenigen, welche Ursachen von der Abweichung der Magnetnadel angaben, von **Gilbert** bis auf **Halley**, s. **Abweichung der Magnetnadel**, haben immer auch aus eben diesen Ursachen die Neigung zu erklären gesucht. Als im gegenwärtigen Jahrhunderte der Magnetismus der Erdkugel selbst, den schon **Gilbert** gelehrt hatte, durch die er-

fundenen Methoden der Verfertigung künstlicher Magnete immer gewisser bestätiget ward, fieng man an, die Neigung der Natel als eine nothwendige Folge dieses Magnetismus der Erdkugel zu betrachten, und darauf den Versuch anzuwenden, bey dem eine freyschwebende Nadel ab Taf. XVI. Fig. 31., an einem Magnetstabe AB hingeführt, verschiedene schiefe Stellungen annimmt, bey den Polen A und B in die Richtung der Axe kömmt, und beym Aequator des Magnetstabs sich flach auflegt, s. Magnet (oben S. 107.).

Man stelle sich nemlich statt des Magnetstabs eine magnetische Kugel oder Terrelle ACB, Taf. XVIII. Fig. 64. vor, die ihre Pole in A und B hat, um welche in der Richtung eines grösten Kreises durch AB, oder eines magnetischen Meridians, eine Magnetnadel ab durch 1, 2, 3 ꝛc. herumgeführt wird. Man nehme zugleich an, daß diese Nadel durch die Richtung der Schwere überall nach dem Mittelpunkte C getrieben werde, und sich also, wenn sie im Gleichgewichte hienge, aller Orten mit der Tangente der Kugel parallel stellen würde. Kömmt nun hiezu die Polarität der Nadel ab und die Wirkung der Pole A und B, wobey die gleichnamigen Pole A und a ꝛc. sich abstoßen, die ungleichnamigen A und b sich anziehen, so wird es deutlich, daß die Nadel bey diesem Herumführen nach und nach die in der Figur verzeichneten Lagen annehmen muß.

Sie wird nemlich bey den Polen A und B vertikal stehen, weil z. B. bey 1 das Ende b von A so stark angezogen, hingegen a so stark abgestoßen wird, daß der andere sehr entfernte Pol B darinn nichts ändern kan. Beym Aequator, oder in den Stellen 4 und 10 wird sie ganz wagrecht liegen, weil hier beyde Pole gleich stark wirken, also blos a gegen B, und b gegen A gekehrt wird. In den zwischenliegenden Stellen aber wird sie eine schiefe Lage annehmen. Bey 3 z. B. würde ihre natürliche Lage mit der Tangente an 3 parallel, oder auf C 3 senkrecht seyn: weil aber hier das Ende b stärker gegen A gezogen, und a stärker von A abgestoßen wird, als der andere entfernte Pol B das Ende a anzieht und b abstößt, so bleibt ein Ueberschuß der Wirkungen des

nächsten Pols A zurück; daher die Nadel nothwendig ihre wagrechte Stellung verlieren, und sich mit dem gegen A freundschaftlichen Ende b tiefer gegen den Horizont neigen muß.

Man kan diesen Versuch im Kleinen mit einer Terrelle wirklich anstellen; nur muß man nicht erwarten, eben dieselben Neigungen, wie auf der Erdkugel, zu finden. Da die Stärke der Anziehungen von dem Abstande der Enden der Nadel von den Polen A und B abhängt, so kömmt es hiebey auf die Länge der Nadel an, die auf der Erdkugel gegen den Erddurchmesser unbeträchtlich ist, beym Versuche aber allemal ein beträchtliches Verhältniß gegen AB haben muß. Inzwischen zeigt doch dies alles hinlänglich, daß der Magnetismus der Erde die wahre Ursache der Neigung sey.

Wäre die Lage der magnetischen Pole der Erde, nebst der Stärke und dem Gesetze ihrer Anziehung bekannt, so würde sich daraus die Neigung der Nadel, für jeden gegebnen Ort, durch eine mathematische Theorie bestimmen lassen. **Tobias Mayer** hat etwas ähnliches in der noch ungedruckten Abhandlung versucht, die ich bey dem Worte **Abweichung der Magnetnadel** (Th. I. S. 29.) anführe. Nach dieser Theorie leitet er aus seinen Voraussetzungen Größen der Neigung für verschiedene Orte der Erde her, welche von den wirklich beobachteten nicht sehr unterschieden sind. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 19′ nördlich, für das Cap der guten Hofnung 42° 47′ südlich; da man sie am ersten Orte 73° nördl., am letztern 41° 44′ südl. gefunden hat — eine Uebereinstimmung, die bey den unvollkommnen Beobachtungen, welche Mayer vor sich hatte, immer bewundernswürdig bleibt. Aber Mayers Hypothese, daß in der Erde ein unendlich kleiner Magnet verborgen sey, ist von ihm gewiß nicht als ein physikalischer Satz, sondern nur zur Erleichterung der Rechnung angenommen. Seine Meinung war nur, daß sich die Sache so betrachten lasse, nicht, daß sie wirklich so sey.

Weit wahrscheinlicher ist die ganze Erdkugel ein Magnet mit zween Polen, deren muthmaßliche Lage auf der Ober-

fläche der jüngere Euler (s. Abweichung der Magnetnadel a. a. O.) aus dem System der Abweichungen zu bestimmen gesucht hat. Die Neigungskarte des Herrn Wilke scheint diese eulerischen Vermuthungen sehr zu begünstigen. Was den Nordpol betrift, so legt ihn Euler 14—17° vom Nordpole der Erde ab, um den Meridian von Californien: Wilkens Karte erfordert ihn ebendaselbst um oder über Baffinsbay. Für den Südpol fehlt es noch an zulänglichen Beobachtungen der Neigung, obgleich Herr Wilke aus einigen Umständen glaublich macht, daß er in das stille Meer zwischen Amerika und Neuseeland falle, wohin ihn auch Euler setzt, daß er aber vom Südpole der Erde nicht 35—40°, wie Euler angiebt, sondern nur etwa 20° abstehe. Uebrigens zeigt Wilke, daß die Neigungen nicht die mindeste Spur von mehr, als zween, magnetischen Polen angeben. Musschenbroek schloß zwar, es müsse unter Madagascar noch einen südlichen Pol geben, weil Noel daselbst die Nadel lothrecht fand; aber Noel scheint seine Nadeln nicht in den magnetischen Meridian gestellt, und daher die Neigungen überall zu groß gefunden zu haben. Denn seine Beobachtungen treffen mit den übrigen nur da überein, wo die Nadel wagrecht bleibt, für welche Stellen es gleichgültig ist, ob man sie in den magnetischen Meridian bringt oder nicht.

Was die Veränderung der Neigungen an einerley Orte betrift, so scheint sie eine Verrückung oder Bewegung der magnetischen Pole der Erde anzuzeigen, worauf auch die Veränderung der Abweichungen leitet. Herr Wilke vermuthet, der Nordpol rücke langsam südostwärts fort, und der Südpol bewege sich ihm entgegen.

Uebrigens scheint die Neigung der Magnetnadel auch täglichen zufälligen Veränderungen unterworfen zu seyn, über deren Gang und Ursachen man nichts genaues bestimmen kan, weil unsere Neigungsnadeln zu so feinen Beobachtungen noch zu unvollkommen sind.

Die Schiffer vermeiden bey den gewöhnlichen Compassen die Wirkungen der Neigung dadurch, daß sie bald die eine, bald die andere Helfte der Nadeln nach Erfordern

mit Wachs oder Siegellak schwerer machen, und sie so in die nöthige wagrechte Stellung zurückbringen.

Wolfs Nützl. Versuche, III Theil. Halle 1723. 8. Cap. 4. §. 61 u. f.

Petr. v. Musschenbroek Diss. de Magnete, in Diss. phys. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4.

Wilke Versuch einer magnetischen Neigungskarte in den schwed. Abhdl. v. 1768. XXX B. der deutsch. Uebers. S. 209.

Tib. Cavallo Theoret. u. prakt. Abhandl. der Lehre vom Magnet, a. d. engl. Leipz. 1788. gr. 8. S. 55 u. f.

Lichtenberg Anm. zu Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. §. 709.

Neigung der Bahn, Inclinatio orbitae, *Inclinaison de l'orbite*. So nennen die Astronomen den Winkel, den die Ebne der Bahn eines Planeten oder Kometen mit der Ebne der Erdbahn, oder der Ekliptik, macht. Taf. XII. Fig. 88., wo el die Erdbahn, PQ die Bahn eines Planeten, EL die bis an PQ erweiterte Ebne der Erdbahn oder Ekliptik vorstellt, ist der Winkel P☋E die Neigung der Bahn PQ.

Nun wird der Winkel zwoer Ebnen PQ und EL gemessen, wenn man auf ihren gemeinschaftlichen Durchschnitt ☋☊, aus irgend einem Punkte, z. B. aus S, in beyden Ebnen die Perpendikel SP und SE errichtet. Alsdann ist der ebne Winkel PSE dem Winkel oder der Neigung beyder Ebnen gleich. Ist aber S der Ort der Sonne, wie in der Figur, so wird PSE zugleich der gröste Winkel, um welchen der Planet P, aus der Sonne gesehen, jemals von der Ebne der Erdbahn ☋E☊ abweichen kan, oder die gröste heliocentrische Breite des Planeten P, s. Breite, heliocentrisch. Daher ist die Neigung der Bahn eines Planeten seiner grösten heliocentrischen Breite gleich.

Diese gröste Breite hat der Planet in den Punkten P und Q, welche von ☊ und ☋, seinen Knoten, um 90° abstehen. Wenn man also an diesen Stellen seine heliocentrischen Breiten aus Beobachtungen berechnet, so giebt die gröste darunter die Neigung seiner Bahn. Die Astronomie lehrt

aber noch andere und bessere Methoden, diese Neigung zu finden.

Die geocentrische oder aus der Erde gesehene Breite kan größer, als die Neigung, werden. Steht z. B. die Erde in e, indem der Planet in P ist, so ist seine geocentrische Breite dem Winkel P e E gleich, also größer, als P S E, oder als die Neigung der Bahn. So steigt die geocentrische Breite der Venus bisweilen über 8°, obgleich die Neigung ihrer Bahn kaum $3\frac{1}{2}$° beträgt.

Da sich nun die Planeten niemals weit von der Ekliptik entfernen, oder da ihre geocentrischen Breiten immer klein bleiben, so folgt hieraus, daß auch die Neigungen ihrer Bahnen nur gering sind. Nach de la Lande sind sie folgende:

Merkur	- -	7°	0′	0″	
Venus	- -	3	23	20	
Mars	- -	1	51	0	
Jupiter	- -	1	19	10	
Saturn	- -	2	30	20	
Uranus	- -	0	43	35	nach Bode.

Die Neigung der Mondbahn ist wegen der Einwirkung der Sonne veränderlich, und zwischen 5° 1′ und 5° 17′ enthalten. Die Bahnen der Jupitersmonden haben auch sehr geringe Neigungen, die der Saturnsmonden weit stärkere, s. **Nebenplaneten**.

Die Planeten laufen also um die Sonne nicht völlig, aber doch beynahe, in einerley Ebne, und gehen dabey alle nach einerley Richtung, nemlich nach der Folge der Zeichen. Im Ganzen schien dies dem cartesianischen System sehr vortheilhaft, nach welchem sie alle durch den Wirbel der Sonne fortgerissen werden; nur sollten in diesem System eigentlich gar keine Neigungen der Bahnen statt finden, und die Cartesianer musten alle ihre Kräfte aufbieten, um eine Ursache derselben anzugeben. Im newtonischen System, wo die Neigung der Bahn von der Richtung des ersten dem Planeten mitgetheilten Wurfs abhängt, scheint das Zusammenfallen der Bahnen um einerley Ebne auf einen gemeinschaftlichen Ursprung der Bewegung aller Planeten aus einem ein-

zigen Stoße hinzuweisen: welchen Umstand auch Buffon bey seiner Hypothese über die Entstehung der Planeten benützt hat, s. **Erdkugel** (Th. II. S. 63.).

Die Kometen zeigen zum Theil sehr große Neigungen ihrer Bahnen, deren einige die Ekliptik fast lothrecht durchschneiden.

de la Lande astronomisches Handbuch, §. 522 u. f.

Netzhaut, s. Auge.

Neumond, Novilunium, *Nouvelle Lune*. Diesen Namen giebt man der Erscheinung der völlig dunkeln von der Sonne abgewendeten Helfte des Monds, oft auch der Zeit, da wir diese Erscheinung sehen, s. **Mondphasen**.

Die Erscheinung besteht eigentlich darinn, daß man den Mond gar nicht sieht, weil er zu dieser Zeit zwischen uns und der Sonne steht, wie bey a Taf. XVII. Fig. 58., und also in Conjunction mit der Sonne, oder nahe bey ihr gesehen werden müste, wo man eine dunkle Scheibe wegen des Glanzes der Sonnenstralen nicht wahrnehmen kan. Nur, wenn der Mond einem Orte der Erde ganz oder zum Theil vor die Sonnenscheibe tritt, wird der **Neumond** wirklich gesehen, und verursacht alsdann eine **Sonnenfinsterniß**, die also nie anders, als zur Zeit des Neumonds, statt finden kan.

Von der Zeit des Neumonds an wird der Mond des Abends wieder sichtbar, und fängt also eine neue Reihe seiner Erscheinungen, einen neuen Mondwechsel, an. Daher kommen die Benennungen des Neumonds in allen Sprachen.

Für die Völker, die sich der Mondenjahre und Mondenmonate bedienen, ist der Neumond wichtig, weil er den Anfang der Monate bestimmt. Als man die Zeit des wahren Neumonds noch nicht zu berechnen wuste, gebrauchte man den Erleuchtungsmonat, s. **Monat**, und nannte **Neumond** die erste Wiedererscheinung des Monds, welche sich 1—2 Tage nach dem wahren Neumonde ereignet, oder die Phase, welche beym **Hevel** (Selenogr. p. 273.) den Namen Luna prima s. novissima führet.

Neunzigster, Nonagesimus, *Nonagésime*. Diesen Namen führt derjenige Punkt der Ekliptik, welcher für einen gegebnen Zeitpunkt von den beyden eben im Horizonte befindlichen Punkten der Ekliptik, oder dem aufgehenden und untergehenden Punkte, 90° weit absteht.

Die Ekliptik ändert ihre Stellung gegen den Horizont alle Augenblicke. Dennoch schneiden sich beyde Kreise, als gröste, stets unter gleichen Helften, und der neunzigste über dem Horizonte stehende Grad der Ekliptik ist zugleich der mittelste und höchste Punkt ihrer jedesmal sichtbaren Helfte. Seine Höhe ist das Maaß des Winkels, den die Ekliptik in diesem Augenblicke mit dem Horizonte macht.

Dieser Neunzigste läst sich durch Auflösung eines Kugeldreyecks berechnen, wenn Polhöhe des Orts, Schiefe der Ekliptik, und Abstand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben sind. Er ist von demjenigen Punkte der Ekliptik, der zu dieser Zeit im Mittagskreise steht, und der culminirende Punkt heißt, unterschieden. Nur in den Zeitpunkten, da die Nachtgleichen im Horizonte stehen, ist einer von den Solstitialpunkten zugleich Neunzigster und culminirender Punkt. Ist aber eine von den Nachtgleichen im Mittagskreise, so fällt der Neunzigste am weitsten abend- oder morgenwärts, oder sein Azimuth wird ein Größtes.

Man braucht den Neunzigsten vornehmlich bey Berechnung des kosmischen und akronyktischen Auf- und Untergangs, und der Finsterniße.

Neutralsalze, Salia neutra, enixa, salsa, *Sels neutres*, sind diejenigen zusammengesetzten Salze, welche aus der bis zum Sättigungspunkte getriebnen Verbindung einer Säure und eines Laugensalzes entstehen. Ist hiebey der Sättigungspunkt vollkommen getroffen worden, so zeigt das entstandne Salz weder saure noch alkalische Eigenschaften mehr, und heißt daher mit Recht ein Neutralsalz. Diese Salze färben den Veilchensyrup und die Lakmustinctur nicht, und lassen sich meistentheils sehr leicht krystallisiren.

Man nannte sie sonst vollkommne Mittelsalze, indem man unter dem allgemeinen Namen der Mittelsalze

auch diejenigen mit begrif, welche aus der Verbindung der Säuren mit den absorbirenden Erden entstehen; durch Bergmann aber ist eingeführt worden, die, von welchen hier die Rede ist, Neutralsalze zu nennen, und den Namen der Mittelsalze den leztern allein zu überlassen, s. Mittelsalze

Jede Säure giebt mit jedem der drey Laugensalze ein eignes Neutralsalz, daß man also die dreyfache Anzahl der Säuren für die Zahl der möglichen Neutralsalze halten kan. Alle diese Neutralsalze sind untereinander an Geschmack, Auflösbarkeit, Krystallengestalt, Fähigkeit sich zu krystallisiren, Verhalten an der Luft u. s. w. unterschieden. Zwo Säuren darf man nur in dem Falle für wesentlich verschieden halten, wenn sie mit einerley Laugensalze gesättigt verschiedene Neutralsalze geben.

Die Namen der Neutralsalze aus den bekanntesten Säuren enthält folgende Tabelle:

	Vegetabilisches Alkali	Mineralisches Alkali	Flüchtiges Alkali
Vitriolsäure	Vitriolisirter Weinstein (tartarus vitriolatus	Glaubersalz (Sal mirabile Glauberi)	Glaubers geheimer Salmiak
Salpetersäure	Salpeter (Nitrum)	Würflichter Salpeter (Nitrum cubicum)	Entzündbarer Salpeter
Salzsäure	Digestivsalz (Sal digestivum Sylvii)	Küchensalz	Salmiak
Boraxsäure	Weinsteinborax	Borax	Boraxsalmiak
Essigsäure	Geblätterte Weinsteinerde (Terra foliata tartari)	Mineralisches Essigsalz	Essigsalmiak, Minderers Geist
Weinsteinsäure	Tartarisirter Weinstein (Tartarus tartarisatus)	Polychrestsalz, Salz des Seignette	Auflöslicher Weinstein (tartarus solubilis)

Die aus den übrigen Säuren bekommen Namen, welche von der Säure hergenommen sind, mit dem Beysatze: vegetabilisch oder mineralisch, nach Beschaffenheit des Laugensalzes, z. B. **mineralisches Citronensalz, vegetabilisches Phosphorsalz**. Ist aber das Laugensalz das flüchtige, so bekommen die entstandenen Neutralsalze den Namen der **Salmiake** oder **Ammoniakalsalze** (salia ammoniacalia), und der Beysatz wird von der Säure hergenommen, z. B. **Citronensalmiak, Flußspathsalmiak**, u. s. w.

Durch Sättigung der Laugensalze mit der Luftsäure entsteht eigentlich auch eine Art Neutralsalze. Man läßt aber denselben den Namen der Laugensalze, und nennt sie nur in diesem Zustande **milde** oder **luftsäurehaltige Laugensalze** (Alcalia aërata). Reine Laugensalze, von der Luftsäure befreyt, heissen **äzende, kaustische** (Alcalia pura, caustica) s. **Laugensalze**.

Da die fixen Laugensalze mehr Verwandtschaft mit den Säuren haben, als das flüchtige, so werden die **Ammoniakalsalze** zersetzt, wenn man fixe Laugensalze dazu bringt. Das flüchtige Alkali wird alsdann abgeschieden, und es kömmt ein neues Neutralsalz zum Vorschein.

Gren systemat. Handbuch der Chymie, Th. I. §. 220 u. f.

Newtonisches Teleskop, s. **Spiegelteleskop**.

Nichtleiter, s. **Elektrische Körper**.

Nickel, Niccolum, *Nickel*. Ein eignes erst seit 1751 durch **Cronstedt** entdecktes Halbmetall von einer weissen, etwas röthlichen Farbe, das durch die Verkalkung in einen grünen Kalk zerfällt, und ein Glas von einer röthlich braunen oder Hyacinthenfarbe giebt, aber sehr schwer von dem immer beygemischten Eisen und Kobalt zu reinigen ist.

Das unter dem Namen **Kupfernickel** (Cuprum Nicolai s. Niccoli) bekannte rothgelbe Erz dieses Halbmetalls ward sonst nach **Henkel** und **Cramer** unter die Kupfer- oder Kobalterze gerechnet. **Cronstedt** (Abhdl. der königl. schwed. Akad. der Wiss. auf die Jahre 1751 u. 1754.) zog zuerst aus diesem Erze einen König, der sich von den übri-

gen Metallen unterschied, und dem er den Namen Nickel-König oder Nickel beylegte. Da aber Cronstedts König noch höchst unrein war, so suchte Bergmann (Diss. de Niccolo, resp. *Arvidson* in Opusc. physico-chem. Vol. II. auch frz. in *Rozier* Journal de phys. Octob. 1776.) mit unglaublicher Mühe, ihn mehr zu reinigen, und seine Natur genauer zu bestimmen. Er fand hiebey den Nickel in vielen Eigenschaften dem Eisen so ähnlich, daß er in Versuchung kam, ihn für nichts anders, als Eisen in einem besondern Zustande zu erklären. Doch erinnert er selbst, daß man besser thue, dieser Muthmaßung nicht eher zu trauen, als bis man den Nickel aus Eisen werde bereiten können.

Die specifische Schwere des Nickels ist gegen 9,000. Je reiner er ist, desto mehr scheint er sich der Dehnbarkeit und Unschmelzbarkeit des Eisens zu nähern, und desto grüner wird sein Kalk. Die Säuren lösen ihn und seinen Kalk auf, und man erhält daraus Salzkrystallen von grüner Farbe. Mit flüchtigem Alkali übersättigt, werden die grünen Auflösungen blau. Im Kupfernickel ist er zugleich mit Eisen und Kobalt durch Schwefel und Arsenik mineralisirt, und der grüne Beschlag, der sich durch Verwitterung des Kupfernickels ansetzt, besteht zum Theil aus dem Kalke des Nickels.

Macquer chymisches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Nickel.

Niederschlag, Niederschlagung, Fällung, Praecipitatio, *Précipitation*. Diesen Namen führt die Trennung oder Abscheidung eines Körpers von einem andern, mit welchem er durch Auflösung verbunden war, vermittelst eines hinzugefügten dritten. Wenn nemlich A und B durch Auflösung verbunden sind, und man einen dritten Körper C hinzusetzt, der mit A mehr Verwandschaft, als B, hat, so verbindet sich C mit A, hingegen wird B nunmehr von A getrennt und abgeschieden, und dieser ganze Vorgang heißt eine Niederschlagung. Wirft man z. B. in eine gesättigte Auflösung von Kreide in Essig, etwas reines Laugensalz, so verbindet sich dieses wegen seiner stärkern Ver-

wandschaft mit dem Essig; dagegen wird die Kreide aus demselben getrennt oder niedergeschlagen. Es beruht also der ganze Vorgang auf der stärkern Verwandschaft des hinzugesetzten Körpers, welcher das **Niederschlagungs-** oder **Fällungsmittel** (Praecipitans) genannt wird.

Das Fällungsmittel verbindet sich mit dem einen Bestandtheile der Auflösung, und erzeugt dadurch einen neuen Körper. Dies ist, nach den beym Worte: Auflösung festgesetzten Begriffen, eine wahre neue Auflösung. Da nun jede Auflösung voraussetzt, daß wenigstens der eine Körper flüßig sey, so findet diese Voraussetzung auch bey der Niederschlagung statt.

Ist die zu trennende Auflösung schon im gewöhnlichen Zustande flüßig, so sagt man, die Niederschlagung geschehe auf dem **nassen Wege** (praecipitatio humida); wird die Flüßigkeit erst durch Schmelzung bewirkt, so geschieht das Niederschlagen auf dem **troknen Wege** (praecipitatio sicca). Ein Beyspiel des leztern ist die Bereitung des Bleys aus dem Bleyglanz, welcher aus Schwefel und Bley besteht. Wird dieser geschmolzen und Eisen zugesezt, so verbindet sich das leztere mit dem Schwefel, der nunmehr das Bley frey läßt.

Wenn bey einer Niederschlagung ein Körper in fester Gestalt zum Vorschein kömmt, indem das übrige flüßig bleibt, so heißt dieser feste Körper ein **Niederschlag** oder **Präcipitat**. Es kan dieses entweder der aus der Auflösung abgeschiedene Körper seyn, wie die Kreide im ersten Beyspiele: oder es kan der neuerzeugte Körper seyn, der aus der Verbindung des Fällungsmittels mit dem andern Bestandtheile der Auflösung entsprungen ist. Wenn man z. B. in die Kreidenauflösung etwas Vitriolsäure tröpfelt, so verbindet sich diese mit der Kreide, bildet mit ihr einen Gyps, der sich als Niederschlag zeigt, und macht einen Theil des Essigs frey. Es kömmt hiebey darauf an, ob das Fällungsmittel seine stärkere Verwandschaft gegen den flüßigen oder gegen den festen Bestandtheil der Auflösung äussert.

Das Präcipitat erscheint entweder in Gestalt eines Pulvers oder als Krystallen, oder als eine geronnene Masse. Nach seiner verschiedenen eigenthümlichen Schwere fällt es entweder in dem übrigen Flüßigen zu Boden, oder es schwimmt oben auf. Im letztern Falle heißt es ein Rahm (cremor, *créme*).

Bisweilen löset sich der Niederschlag in dem übrigen Flüßigen wieder auf, zumal wenn die Auflösung viel Wasser enthält, oder er bleibt darinn schwebend, und macht blos den Liquor trüb, oder er entweicht in Dampfgestalt, Luftgestalt, u. dgl. Deswegen bleibt doch der Vorgang eine Niederschlagung, bey der man also nicht allemal ein sichtbares festes Präcipitat suchen darf.

Man theilt auch die Niederschlagungen in erzwungene und freywillige (spontaneas) ab. Letztere sind diejenigen, die von selbst und ohne Fällungsmittel erfolgen. Dies geschieht 1.) durch die Kälte, welche die Kraft der Auflösungsmittel schwächt, und verursacht, daß gesättigte Auflösungen einen Theil des aufgelöseten Stofs fallen lassen 2.) durch die Wärme, oder durch allmählige Verdünstung der Auflösungsmittel 3.) durch Verfliegen eines Bestandtheils der Auflösung, der die übrigen Bestandtheile untereinander verband 4.) durch allzustarke Verdünnung des Auflösungsmittels.

Aber in allen diesen Fällen sind wirkliche, obgleich nicht sichtbare, Fällungsmittel vorhanden. Bey 1.) wird der Wärmestof, der als Verbindungsmittel wirkte, durch die berührenden Körper entzogen; bey 2.) verbindet sich dieser Stof mit dem Auflösungsmittel, und verwandlet dasselbe in Dämpfe; bey 3.) verbindet sich die Luft, und bey 4.) das Wasser mit einem Bestandtheile der Auflösung. Es giebt also eigentlich keine freywillige Präcipitation, ob man gleich zulassen kan, diejenigen so zu nennen, die ohne ein sichtbares Niederschlagungsmittel erfolgen.

Die Niederschlagung ist der Auflösung entgegengesetzt, aber immer wieder mit einer oder mehrern neuen Auflösungen verbunden, wodurch neue Körper erzeugt werden. Auflösung und Niederschlag sind die Gründe aller übrigen chemischen Operationen zu Untersuchung, Zerlegung und Zu-

sammensetzung der Körper, und werden von der Natur selbst als Mittel zu den meisten Erzeugungen und Veränderungen gebraucht, daher sie der Physiker bey Erklärung der Naturbegebenheiten in unzählbaren Fällen nöthig hat.

Gren systematisches Handbuch der Chemie, Th. I. §. 74 u. f.

Niedersteigender Knoten, s. Knoten.

Niedersteigende Zeichen, s. Zeichen.

Nivelliren, s. Wasserwägen.

Nördliche Abweichung, Breite, Halbkugel, Polarkreis u. s. w. s. Abweichung, Breite u. s. w.

Nord, Norden s. Mitternachtspunkt.

Nordlicht, Nordschein, Aurora borealis, Lumen boreale, *Aurore boreale*, *Lumiere boreale*. Eine Erscheinung, welche sich in unsern Ländern, und weiter nordwärts, bisweilen nach Sonnenuntergang am nördlichen Horizonte sehen läst, und in einem starken, oft hochrothen oder feuerfarbenen Lichte besteht, aus welchem helle Lichtsäulen gegen den Scheitelpunkt emporsteigen. Es wird nöthig seyn, die Umstände genauer anzugeben, welche dieses Phänomen, wenn es vollständig ist, begleiten.

Der Anfang der Erscheinung fällt gewöhnlich bald, und spätstens einige Stunden, nach Sonnenuntergang. Nach Mitternacht fängt fast niemals ein Nordlicht an, und die stärksten entstehen gleich nach der Abenddämmerung. Man sieht zuerst gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, und westwärts von selbigem scheint der Himmel etwas heller, als gewöhnlich. Der dunkle Nebel nimmt nach und nach die Gestalt eines Cirkelsegments an, wovon ein Theil des nördlichen Horizonts die Sehne ausmacht. Der obere Theil dieses dunkeln Segments umzieht sich bald mit einem weißlichen Lichte, welches um denselben einen hellen Bogen bildet. Oft entstehen auch zween bis drey concentrische Bogen, durch deren Zwischenräume man das dunkle Segment siehet.

Nunmehr steigen aus dem hellen Bogen, oder vielmehr aus dem dunkeln Segmente, an welchem sich fast immer eine vorzüglich helle Stelle zeigt, Lichtstreifen von ver-

schiedenen Farben hervor, die bald entstehen, bald vergehen, und ihren Ort bald plötzlich, bald allmählig ändern, so daß in der Erscheinung beständige Bewegung wahrzunehmen ist. Dabey wird das Phänomen immer stärker, und man bemerkt, so oft es zunehmen oder sich ausbreiten will, eine allgemeine Unruhe der ganzen Lichtmasse, wobey nicht nur im dunkeln Segmente und im Bogen die hellern Stellen häufig abwechseln, sondern auch das Hervorschießen der Stralen häufiger wird, und bisweilen der ganze Himmel mit einem flockigen und zitternden Lichte angefüllt scheint.

In diesem Zeitpunkte sieht man bisweilen am Zenith eine Art von Krone, die aus der Vereinigung der von allen Seiten daselbst zusammenstoßenden Stralen und Lichtbewegungen entsteht, und gleichsam die Laterne einer Kuppel, oder den Gipfel eines Zelts vorstellt. In diesem Augenblicke erscheint das Schauspiel am prächtigsten, sowohl wegen Mannigfaltigkeit der Gegenstände, als auch wegen der Schönheit der Farben.

Hierauf wird gewöhnlich die Erscheinung schwächer und ruhiger, jedoch geschieht dies nicht auf einmal, sondern mit häufigen Abwechselungen, wobey sich fast alle vorige Umstände, Lichtsäulen, zitternder Schimmer, Krone und Farben wieder erneuern. Endlich aber hört die Bewegung allmählig auf, das Licht zieht sich mehr gegen den nördlichen Horizont zusammen, und bleibt daselst ruhig; das dunkle Segment zerstreut sich, und zuletzt bleibt nur noch eine starke Helligkeit am mitternächtlichen Horizonte übrig, welche nach und nach auch verschwindet, oder sich in die Morgendämmerung verliert.

Diese Beschreibung eines vollständigen Nordlichts ist aus des Herrn von Mairan Beobachtung des vom 19 Oct. 1726 entlehnt, welches sich zu Paris in seiner ganzen Pracht zeigte. Sehr oft aber, und die meistenmale, sieht man nur einige einzelne Theile des Phänomens, obgleich das dunkle Segment, der helle Bogen, und die aufsteigenden Lichtsäulen fast allemal wahrzunehmen sind. Mehrere Beschreibungen dieses schönen Phänomens findet man beym Musschenbroek (Introd. ad phil. nat. §. 2496 sq.).

Weiter nordwärts sind die Nordlichter weit häufiger und stärker. Es wird niemand unangenehm seyn, des Herrn v. Maupertuis schöne Beschreibung derselben hier zu finden (Oeuvres de *Maupertuis*, Lyon 1768. 8maj. To. III. p. 155.). "Wenn alsdann in diesen Gegenden (um den „Polarkreis in Lappland) der Anblick der Erde schrecklich ist, „so zeigt dagegen der Himmel das reizentste Schauspiel. „Sobald die Nächte anfangen, dunkler zu werden, sieht „man den Himmel durch Feuer von tausend Gestalten und „Farben erleuchtet; sie scheinen die des beständigen Ta„ges gewohnte Erde für die Abwesenheit der Sonne, die „sich von ihr wendet, entschädigen zu wollen. Diese Feuer „schränken sich dort nicht, wie in unsern südlichern Ländern, „auf eine bestimmte Himmelsgegend ein. Zwar sieht man „oft gegen Norden einen unbeweglichen hellen Bogen; meh„rentheils aber scheint das Licht den ganzen Himmel ohne „Unterschied einzunehmen. Es fängt bisweilen mit einer „Bande von hellem und beweglichem Lichte an, die ihre „Enden am Horizonte hat, und sich plötzlich über den gan„zen Himmel verbreitet, als ob nach einer auf den Mittags„kreis senkrechten Richtung ein Fischernetz über ihn gezogen „würde. Meistentheils vereinigen sich nach diesem Vor„spiele alle Lichtmassen gegen das Zenith, wo sie gleichsam „die Spitze einer Krone bilden. Oft sieht man gegen Mit„tag Bogen, wie wir sie in Frankreich gegen Mitternacht „sehen; oft erscheinen sie gegen Norden und Süden zugleich, „und ihre Gipfel nähern sich einander, indem die Enden sich „entfernen und gegen den Horizont herabsteigen. Ich sahe „solche entgegengesetzte Bogen, deren höchste Stellen sich „fast im Zenith berührten; oft zeigen sich auch von beyden „Seiten mehrere concentrische Bogen. Alle diese Bogen „haben ihre Gipfel im Mittagskreise, jedoch mit einer west„lichen Abweichung, welche nicht immer gleich groß, und „bisweilen unmerklich ist. Manche Bogen, deren Enden „anfänglich gegen den Horizont zu am weitsten auseinander „standen, ziehen sich bey ihrer Annäherung zusammen, und „bilden große Ellipsen, von denen man die größere Helfte „über dem Horizonte sieht. Man würde kein Ende finden,

„wenn man alle Gestalten und Bewegungen dieses Lichts „beschreiben wollte. Seine gewöhnlichste Bewegung giebt „den Anschein, als ob Fahnen in der Luft geschwungen wür„den, die man nach ihren Farbenschattirungen für große „Streifen von geflammten Taffet halten sollte.“ Am 18 Dec. 1736 sahe Herr von **Maupertuis** zu Oswer-Torneå, während der beständigen Nacht, gegen Mittag ein so lebhaftes rothes Licht, daß das ganze Sternbild des Orion in Blut getaucht schien. Bald darauf verwandlete sich dasselbe in Violet und Blau, und bildete eine Krone nicht weit vom Zenith, deren Glanz durch den sehr hellen Mondschein nicht im mindesten verdunkelt ward. Er bemerkt dabey, daß die rothen Lichter in diesen Gegenden selten sind, ob gleich alle andere Farben häufig erscheinen.

Von 224 Nordlichtern, welche **Celsius** (Observationes de lumine boreali, Norimb. 1733. 4.) von 1716 bis 1732 in Upsal gesehen hat, ist nur der sechste Theil diese Zeit über in Frankreich bemerkt worden. In Italien sind sie noch seltner, und das südlichste Land, wo man bis hieher ein Nordlicht mit einiger Gewißheit gesehen hat, ist Portugall, wo unter 37° nördl. Breite das große Phänomen vom 19 Oct. 1726, das man in ganz Europa sahe, ebenfalls bemerkt worden ist.

Die Nordlichter zeigen sich rings um den Nordpol der Erde. Die vom 16 Febr., 3 und 19 Apr. 1750 wurden in Schweden und zugleich von **Kalm** in Nordamerika, 90° weiter westwärts gesehen. Dies scheint anzuzeigen, daß der helle Bogen, welcher nordwärts erscheint, den Nordpol der Erde, wie ein Ring, in der Höhe umgebe. Doch scheint dieser Ring nicht den Pol zum Mittelpunkte zu haben, weil die größte Höhe des Bogens gemeiniglich mehr westwärts fällt. Diese Abweichung nach Westen scheint die Ursache zu seyn, warum in Amerika die Nordlichter häufiger, als in Europa, gesehen werden; wie denn nach **Kalms** Beobachtungen (Schwed. Abhdl. v. Jahre 1752.) Pensylvanien weit mehr Nordlichter hat, als Spanien, obgleich beyde Länder unter einerley geographischen Breiten liegen.

Diese merkwürdige Erscheinung hält allem Ansehen nach gewisse ziemlich lange Perioden, in denen sie abwechselnd häufiger und seltner wird, oder wohl gar völlig aussenbleibt. Im Alterthume findet man wohl Meteore angegeben, die sich für Nordlichter erklären lassen: aber die Spuren sind nicht deutlich, da Griechenland und Italien zu weit südwärts liegen, und aus nördlichern Ländern die Nachrichten mangeln. **Aristoteles** schildert (Meteor. L. I. c. 4. 5.) dunkle Schlünde (χάσματα) und feurige Balken (δοκοὺς) von Purpur- hellrother und blutrother Farbe, die dem dunkeln Segmente und den Lichtstralen des Nordscheins ähnlich sind. Mehrere römische Schriftsteller erzählen von Fackeln (faces visas) und Erscheinungen eines brennenden Himmels. Dergleichen erwähnen auch **Plinius** (H. N. II. 26. 27. lampades, trabes, chasma — spectata arma coelestia ab ortu occasuque inter se concurrentia — ipsum ardere coelum etc.) und **Seneka** (Quaest. nat. L. I. Sunt chasmata, cum aliquando coeli spatium discedit, et flammam dehiscens veluti in abdito ostendit).

Herr **von Mairan** hat in seiner Abhandlung vom Nordlichte die seit dem Jahre 400 n. C. G. vorhandenen deutlichern Nachrichten von dieser Erscheinung, in ein Verzeichniß zusammengetragen, und sich dabey vornehmlich des **Lycosthenes** oder **Conrad Wolfhart** bedient, dessen Buch (Chronicon prodigiorum ac ostentorum *Conr. Lycosthenis*. Basil. 1557. fol.) eigentlich eine Fortsetzung des **Julius Obsequens** De prodigiis ist. Vorzüglich deutliche Beschreibungen finden sich beym **Gregor von Tours** (z. B. ad ann. 584. Sed et coelum ab ipsa septemtrionis plaga ita resplenduit, ut putaretur auroram producere). In Mairans Verzeichniße finden sich allerdings große Lücken; einige zwar können ebensowohl von dem Mangel der Nachrichten, als von einem wirklichen Aussenbleiben der Erscheinung herrühen; aber die von 1465 — 1520 ist merkwürdig, da sie in einen Zeitraum fällt, wo man gewiß nichts Abentheuerliches am Himmel aufzuzeichnen vergaß. So kommen auch von 1581 bis 1600 keine Erwähnungen davon vor. Zu Anfang des siebzehnten Jahrhunderts wurden mehrere

Nordlichter von Gassendi beobachtet. Von 1621 — 1686 findet sich die gewisseste Unterbrechung der Erscheinung in einem Zeitraume, der so ungemein reich an Beobachtern des Himmels war. Um 1686 zeigten sich einige schwache Nordlichter; nachher aber fiengen sie nach einer Pause von 20 Jahren erst 1716 wieder an, und sind seitdem bis auf den heutigen Tag immer häufig geblieben. Von dem am 6 März a. St. 1716 sagt Halley (Philos. Trans. no. 347.), es sey das erste, das er gesehen habe, ob er gleich ein fleißiger Beobachter des Himmels, und damals schon sechszig Jahr alt war.

In Schweden scheint das Nordlicht ähnliche Perioden gehalten zu haben, wie Celsius erweiset. Friedrich Martens, der 1671 in Grönland war, und alle Merkwürdigkeiten dieses Landes genau beschreibt, erwähnt nichts von einer solchen Erscheinung.

Man sieht die Nordlichter zu allen Jahrszeiten, am häufigsten aber nach der Herbst- und vor der Frühlingsnachtgleiche. Mairan hat 229 beobachtete Nordlichter den Monaten nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Sept.	34
Febr.	27	Jun.	5	Oct.	50
März	22	Jul.	7	Nov.	26
April	12	August	9	Dec.	15

Es ist zwar sehr schwer, Parallaxen des Nordlichts zu messen, und daraus seine Höhe über der Erdfläche anzugeben, weil zween Beobachter an entfernten Orten nie versichert seyn können, beyde ebendenselben Punkt des Phänomens getroffen zu haben. Doch vereinigen sich alle hierüber angestellte Versuche dahin, daß die Höhe des Gegenstandes, den man bey dieser Erscheinung sieht, sehr groß seyn müsse. Dies erhellet schon daraus, weil man ein und ebendasselbe Phänomen auf einem so großen Theile der Erdfläche sieht. Ueberdies zeigt die Erfahrung, daß die Nordlichter in keiner bestimmten Verbindung mit der Witterung stehen, woraus es wahrscheinlich wird, daß sie über die Grenzen des Luftkreises hinaus liegen, und nicht zu den eigentlichen Meteoren gehören. Mairan berechnet aus

Beobachtungen der Höhe des lichten Bogens am 19 Oct. 1726., welche Godin zu Paris 37°, der Cardinal Polignac zu Frescati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe des leuchtenden Stoffs = 266¼ französische Meilen (25 auf einen Grad), welches auf 160 geographische Meilen beträgt, und die wahrscheinliche Höhe des Luftkreises (8–10 geogr. Meilen) bey weitem übertrift, obgleich **Mairan** sich dadurch irrig verleiten läßt, den Luftkreis selbst für so hoch zu halten, s. **Luftkreis. Bergmann** (Von der Höhe des Nordlichts in d. schwed. Abhdl. für 1764. d. deutsch. Uebers. S. 200 u. f.) setzt diese Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen 150 schwedische Meilen.

Man hat auch Verbindungen des Nordlichts mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wollen. Von der Elektricität ist die Sache noch sehr zweifelhaft. **Winkler** (Progr. Conjectura de vi electrica vaporum solarium in lumine boreali. Lipf. 1763. 4.) führt einige hieher gehörige Beobachtungen an, die aber nichts entscheiden. **Bergmann** (Philos. Trans. Vol. LII. P. 2.) und **Cavallo** versichern vielmehr, nie den mindesten Einfluß des Nordlichts auf die Luftelektricität bemerkt zu haben. Inzwischen hat Herr **Böckmann** in Carlsruhe (s. Götting. Magazin d. Wiss. u. Litter. I Jahrg. S. 217.) beym Nordlichte vom 28 Jul. 1783 starke Veränderungen an seinem Elektrophor bemerkt, und **Volta** führt in den Abhandlungen über den Condensator der Elektricität (in *Rozier* Journal de phys.) an, daß er durch dieses Instrument am 28 Jul. 1780 bey einem Nordlichte die Elektricität weit stärker, als gewöhnlich, gefunden habe.

Von der Magnetnadel haben **Celsius** und **Hjorter** (Schwed. Abhdl. für 1747 und 1750.) zuerst bemerkt, daß sich ihre Abweichung beym Nordlicht merklich ändere, und gleichsam hin und her zu wanken scheine. Einige Beobachtungen hievon hat auch **Winkler** (Progr. De commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipf. 1767. 4.) gesammlet. Man hat dies bisher immer als eine bestätigte Erfahrung angesehen: es ist aber doch merkwürdig, daß der **P. Hell** 1769. in Wardhus nichts davon wahrgenommen, und daß Herr **van Swinden** (Recueil des mé-

moires sur l'analogie de l'electr. et du magnetisme. à la Haye 1784. III Vol. 8.) ähnliche Bewegungen beym Nordlichte auch an messingnen Nadeln, die also nicht magnetisch waren, bemerkt hat.

Daß diese Erscheinung, und besonders das Aufsteigen der Lichtsäulen, mit einem Geräusch, wie das Sausen eines entfernten Windes, begleitet sey, hat man in Schweden behaupten wollen. Dies würde anzeigen, daß der Stof des Nordlichts nicht so weit von uns wäre, oder sich zuweilen bis in den Luftkreis erstreckte. **Musschenbroek** führt hierüber die Zeugniße der grönländischen Wallfischfahrer an, und **Wargentin** (Schwed. Abhdl. für 1753. deutsch. Uebers. S. 86.) beruft sich auf D. **Gißlers** Beobachtungen im nördlichen Schweden. **Bergmann** aber hat nichts hievon wahrnehmen können, und bemerkt, die beständige Bewegung mache den Zuschauer geneigt, jedes Säuseln, das er etwa aus andern Ursachen höre, dem Nordlichte zuzuschreiben.

Es bleibt mir nun noch übrig, die Meinungen der Naturforscher über die Ursache dieses sonderbaren Phänomens anzuführen. Man suchte sie anfänglich in dem, was sich am ersten darbietet, in entzündlichen oder wenigstens phosphorescirenden Ausdünstungen der Erde. Diese Erklärung findet man bey den meisten ältern Physikern, nur mit dem Unterschiede, daß sie diese Ausdünstungen bald für Schwefel und Salpeter, bald nur überhaupt für etwas Entzündliches oder Leuchtendes ausgeben, aber doch einstimmig innerhalb der Grenzen unsers Luftkreises setzen. Auch **Musschenbroek** kan sich hievon nicht losreissen. Er nimmt für bewiesen an, daß das Nordlicht mit zur Atmosphäre gehöre, weil das Segment wie eine gewöhnliche Wolke aussehe, der Bewegung der Erde folge, bisweilen eine sehr große Parallaxe zeige, und ein Geräusch hören lasse. Aber unter diesen Entscheidungsgründen mangelt es einigen an Wahrheit oder Gewißheit, andern an Beweiskraft. **Mairan** zeigt dagegen sehr gründlich, daß das Nordlicht nicht von irdischen Dünsten herrühren könne 1.) aus seiner großen Höhe 2.) aus den langen Unterbrechungen, denen doch Regen, Donner, Höfe, Nebensonnen u. dgl. nicht ausgesetzt sind

3.) aus den Erscheinungen selbst, besonders der beständigen Stellung gegen Norden, die sich aus den Dünsten gar nicht erklären läßt, da diese in den südlichen Ländern weit häufiger sind 4.) aus den Monaten, da die Nordlichter am seltensten sind, und in welchen gerade die meisten Dünste aufsteigen. **Cramer** (Ueber die Entstehung des Nordlichts. Hildesheim, 1785. 8.) nimmt inflammable Dünste an, die der Druck der Luft aus den heissen Ländern gegen die Pole zusammentreibt.

Andere haben das Nordlicht für ein optisches Meteor gehalten, und aus dem Wiederscheine des um den Nordpol befindlichen Schnees und Eises erklärt, welches die Sonnenstralen gegen die hole Fläche der obern Schichten des Dunstkreises zurückwerfe, von der sie durch eine zweyte Reflexion in unser Auge gelangten. **Mairan** setzt dieser Erklärung entgegen, sie mache das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, die sich immer zeigen, auch nach den Gesetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müste; sie setze bey der Höhe des lichten Bogens in unsern Ländern, 300 frz. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken voraus, die das Licht zurückwirfen; durch diese würde man die Sterne nicht sehen können, wie durch den Schimmer des Nordscheins; die Höhe des Bogens richte sich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müste nach dieser Erklärung unten am stärksten seyn, wo sich doch das dunkle Segment zeige; endlich sey das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebst den besondern Umständen des Nordlichts auf diese Art gar nicht zu erklären.

Inzwischen ist die Meinung, daß das Nordlicht ein optisches Meteor sey, welche schon **Descartes**, **Burman** und **Spidberg** (Act. litter. Sueciae ad ann. 1724.), **Frobesius** (Nova et antiqua luminis atque aurorae borealis spectacula. Helmst. 1739. 4.) u. a. vorgetragen hatten, neuerlich vom P. **Hell** (Aurorae borealis theoria nova in Append. ad Ephemerides astr. anni 1777.) wieder angenommen worden, welcher bey seinem Aufenthalte zu Wardhus in Norwegen im J. 1769 das Nordlicht zu einem Hauptgegenstande seiner Beobachtungen gemacht hatte. Er bemüht sich, die Erscheinungen durch Eistheilchen mit platten Flä-

chen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden des Luftkreises bis auf eine große Höhe schweben, und das Licht der Sonne sowohl, als des Mondes, nicht blos ein oder zweymal, sondern sehr vielmal, zurückwerfen sollen. Es fallen hiebey freylich einige der vorhin genannten Schwierigkeiten hinweg, z. B. die große Höhe, welche man aus den Parallaxen geschloßen hat, da bey einer blos optischen Erscheinung, bey der jeder Zuschauer etwas anders sieht, die Methode der Parallaxen gar nicht mehr anzuwenden ist; ferner der Einwurf, daß man Nordlichter sieht, wenn die Sonne 60° tief unter dem Horizonte und der Mond neu ist, weil nach dieser Hypothese sehr viel Reflexionen vorgehen, und immer ein Eisblättchen dem andern den Sonnenstral zuwirft. Auch erklärt sich die Unterbrechung und Bewegung des Phänomens, da nicht immer Eisblättchen vorhanden sind, und die vorhandenen vom Winde mannigfaltig bewegt werden; und endlich die große Stärke des Lichts, da freylich platte Flächen leicht 1000mal mehr Licht auf einen Ort werfen können, als Kügelchen, woraus die Dünste und Wolken bestehen, und die das Licht zerstreuen. Allemal aber bleibt es noch unbegreiflich, daß gefrorne Eisblättchen so hoch im Luftkreise schweben sollen, als hiebey noch immer erfordert wird, und wie man durch sie die Fixsterne sehen könne.

Halley (Philos. Trans. no. 347.) erklärt das Nordlicht vom Jahre 1716 für einen magnetischen Ausfluß aus den nördlichen Polen der Erde, der bey seinem Aufsteigen dicht und sichtbar sey, gegen den Aequator hin sich zerstreue, und dann wieder sammle, um in die Südpole einzudringen. Er gründet sich vornehmlich darauf, daß damals die Abweichung des Bogens vom Mitternachtspunkte westlich, und fast der Abweichung der Magnetnadel gleich war. Man müste doch, wenn dies die wahre Ursache wäre, eine entschiednere Verbindung zwischen Nordlicht und Magnetnadel wahrnehmen. Halley hat auch noch eine andere Erklärung in Bereitschaft. Nach ihm hat die Erde einen besondern Kern, und wir bewohnen die äussere Rinde, (s. **Abweichung der Magnetnadel**, Th. I. S. 27.).

Vielleicht ist der Kern auch bewohnt, und da ihm die Sonne nicht leuchten kan, so hält sich zwischen Kern und Rinde eine eigne leuchtende Materie auf, von der bisweilen etwas durch unbekannte Oefnungen an den Polen, wo die Schale am dünnsten ist, ausströmt, und uns als Nordlicht erscheint.

Fast keine Hypothese in der Physik ist mit so vielem Fleiße, Scharfsinn, Witz und Belesenheit ausgeführt worden, als die, nach welcher Herr von Mairan (Traité physique et historique de l'aurore boreale in den Mém. de Paris. 1731. auch besonders Paris, 1733. 4. und sehr vermehrt 1754. gr. 4. ingl. Eclaircissemens sur le traité physique etc. par M. *de Mairan* in d. Mém. de Paris. 1748. p. 363.) das Nordlicht aus Dämpfen der Sonnenatmosphäre herleitet, die wir sonst in der Gestalt des Zodiakallichts sehen, s. **Atmosphäre der Sonne, Thierkreislicht.** Da es als bestätigt angesehen wird, daß bisweilen die Erde in die Grenzen der Sonnenatmosphäre eintritt, so sucht Herr v. Mairan den Grund des Nordlichts in der alsdann entstehenden Vermischung beyder Atmosphären der Sonne und der Erde. Die Theile der erstern, welche der Erde nahe genug kommen, um gegen sie mehr Schwere, als gegen die Sonne zu erhalten, fallen in den Luftkreis herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde, wo kein Schwung statt findet, hingetrieben, und bleiben in den höchsten Luftschichten schweben, mit denen sie gleiche specifische Schwere haben. Die niedrigern Schichten enthalten die gröbern dunklern Theile, welche das Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf denen die Lichtsäulen aufstehen. Ueber diesen schwebt der feinere Stof, der entweder an sich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft, entzündet ist. Dies alles geschieht in einer beträchtlichen Höhe über der Erde, daher das Licht noch sehr weit vom Nordpole gesehen werden kan. Die westliche Abweichung des Bogens wird sinnreich erklärt. Nemlich, da sich die Erde von Abend gegen Morgen drehet, so tritt die Abendgegend des Luftkreises, am spätsten in die Sonnenatmosphäre ein. Auf der Morgenseite hat der feine Stof den Tag über schon

Zeit gehabt, sich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu ziehen: gegen Abend zu ist er noch in großer Menge und in voller Bewegung, daher erscheint das Licht mehr westwärts.

Herr von Mairan erklärt hieraus mit einer Umständlichkeit, in der ich ihm hier nicht folgen kan, die Entstehung des dunkeln Segments, der hellen Bogen, der Lichtsäulen und Stralen, der Zitterungen und Blitze, der Krone am Zenith u. s. w. sehr ungezwungen. Es giebt fast keinen Umstand, der sich nicht seiner Hypothese fast freywillig zu unterwerfen schiene. Er giebt hierauf eine Darstellung von der Lage des Sonnenäquators und der Atmosphäre um denselben, gegen die Erdbahn, zeigt daraus, zu welchen Jahrszeiten die Erde der Sonnenatmosphäre am nächsten komme, und sich am meisten in sie einsenken könne, und findet, daß dies gerade in eben den Monaten geschieht, in welchen man die meisten Nordlichter beobachtet hat. Endlich beweiset er aus den Beobachtungen des Thierkreislichts, daß sich die Sonnenatmosphäre bald erweitere, bald enger zusammenziehe, daher die Erde bey manchen Umläufen auf sie treffen, bey andern sie verfehlen könne. Hieraus erklärt er die langen Unterbrechungen der Erscheinung von Nordlichtern, indem er zeigt, daß sie gerade in den Jahren gefehlt haben, in denen man das Zodiakallicht gar nicht, oder nur schwach, hat bemerken können.

Es ist kein Wunder, daß diese so wohl ausgeführte und noch überdies angenehm vorgetragne Hypothese zu ihrer Zeit sehr viel Anhänger gefunden hat. Aber so schön die Ausführung ist, so unwahrscheinlich sind die Gründe. Euler (Mém. de l'acad. de Prusse. 1746.) und d'Alembert (Opuscules mathem. To. VI. p. 333.) haben wichtige Zweifel dagegen erregt, obgleich von Mairan die eulerischen (Mém. de Paris. 1747.) ganz glücklich zu heben gewust hat. Anjetzt hat das Mairansche System viel von seinem ehemaligen Ansehen verlohren, und selbst die, die ihm noch folgen, z. B. Bergmann (Physikal. Beschreib. der Erdkugel, durch Röhl. II Th. S. 82 u. f.), hüten sich doch, der Entzündung und Gährung der Sonnendämpfe zu erwähnen, und geben lieber andere Ursachen des Leuchtens an.

Euler ist geneigt, das Nordlicht eben der Ursache zuzuschreiben, von der er die Kometenschweife herleitet, nemlich dem Stoße der Sonnenstralen gegen die Atmosphäre der Erde. Dieser Stoß würde auch der Erde einen Schweif geben, wenn ihr Luftkreis so feine und aufgelößte Materie enthielte, als sich um die Kometen findet. Dennoch setzt er die obere Luft in einige Bewegung, am meisten um die Pole, welche der Wirkung der Sonne ein halbes Jahr lang unaufhörlich ausgesetzt sind.

Seitdem man den Blitz für eine elektrische Erscheinung erkannt und die Elektricität der Atmosphäre wahrgenommen hat, sind die Naturforscher geneigt worden, auch das Nordlicht aus der Elektricität zu erklären, deren Leuchten im luftleeren Raume, oder vielmehr in sehr verdünnter Luft, mit den Stralen des Nordlichts so viel Aehnlichkeit hat. Wenn man ein tragbares Vacuum, d. i. eine durch die Pumpe von Luft entledigte und mit einem Hahne geschloßne Glocke oder eine luftleere Glasröhre im Dunkeln reibt, oder gegen den Leiter einer Elektrisirmaschine bringt, so scheint sie von innen mit einem stralenden Lichte erfüllt, dessen Aehnlichkeit mit dem Nordlichte man nicht verkennen kan. Denkt man nun hiebey an das Vacuum oder an die äusserst dünne Luft an den Grenzen der Atmosphäre, und an die Elektricität der letztern, so bietet sich diese Erklärung des Nordlichts gleichsam von selbsten an.

Canton, der Urheber des erwähnten Versuchs, hat dabey auch diesen Gedanken zuerst gehabt (Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. 1. p. 356. 358.). Er fragt, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus positiven Wolken in negative, durch den obern Theil der Atmosphäre, sey? Er sammlete durch seinen Apparat, während der Erscheinung von Nordlichtern, eine Menge Luftelektricität, und glaubte dergleichen des Nachts niemals, als bey solchen Erscheinungen, zu finden. Die Ursache davon sucht er in einer plötzlichen Erwärmung der Luft durch die Erdfläche (Philos. Trans. Vol. LI. P. 1. S. 403.). Beccaria (Lettere del elettricismo. Bologna, 1758. 4maj. p. 272.) erklärte nun den Nordschein ebenfalls für ein sicht-

bares Ueberströmen der Elektricität, und diese Meinung verbreitete sich so allgemein, daß Priestley sagt, er glaube nicht, daß seitdem irgend jemand an ihrer Wahrheit gezweifelt habe.

Die erste förmliche Theorie hierüber hat, soviel mir bekannt ist, Eberhard (Hallische Intelligenzbogen v. 1758. Num. 49. und nachher in s. Vermischten Abhdl. aus der Naturlehre rc. Halle, 1759. 8. Th. I. S. 130 u. f.) entworfen. Nach seiner Meinung sind die Sonnenstralen, die auf den obern Theil der kalten Polarluft fallen, noch nicht im Stande, dieselbe zu erwärmen; sie erschüttern sie nur und erregen ihre Elektricität, die sich in diesen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich stark zeigt. Eine auf ähnlichen Gründen beruhende Theorie hat der Abt Bertholon de St. Lazare, der jetzt fast die ganze Natur aus der Elektricität zu erklären sucht, der Akademie zu Montpellier im Jahre 1777 vorgelesen. Er geht von dem Grundsatze aus, daß man desto mehr Elektricität antreffe, je höher man im Luftkreise steigt. Seine Abhandlung findet man beym Rozier (Journal de phys. 1778.), woraus sie Herr Lichtenberg (Magazin für das Neuste aus d. Physik, I B. 1 St. S. 143 u. f.) im Auszuge mittheilt, und Anmerkungen beyfügt. Bertholon glaubt, das Licht sey desto heller, je stärker der Dunstkreis ableite: Herr L. aber bemerkt, wenn dies wäre, so müste sich über jedem nächtlichen Gewitter oder Regen ein Nordlicht zeigen. Uebrigens glaubt Bertholon, daß die Stralen auf den hellen Bogen senkrecht herabschießen, und nur aus optischen Ursachen zu divergiren scheinen.

Franklin's eigne Muthmaßungen über die Ursache des Nordlichts (*Rozier* Journal de phys. Juin 1779. und in d. Sammlungen zur Physik u. Naturgesch. II. B. 2. Stück S. 249.) sind folgende. In den obern Gegenden des Dunstkreises strömt die erwärmte Luft der heissen und gemäßigten Zonen durch einen beständigen Luftzug nach den kältern Polarländern, und führt Wolken mit sich, welche Elektricität in die Gegend der Pole bringen. In den wärmern Ländern wird das, was von dieser Elektricität im Re-

gen u. dgl. herabfällt, ohne Schwierigkeit in die Erde geleitet. Aber in der kalten Zone, wo es mit dem Schnee herabfällt, kan es wegen der starken Eisrinde, die kein Leiter ist, nicht in die Erde dringen. Es wird also diese angehäufte Elektricität wieder in die Höhe steigen, sich einen Weg durch den Luftkreis, der bey den Polen sehr niedrig ist, bahnen, in den luftleeren Raum übergehen, und sich da in Richtungen, welche wie die Meridiane divergiren, wieder nach dem Aequator wenden. Geschieht dies, so muß sie da, wo sie am dichtesten ist, sichtbar seyn, dies aber immer weniger werden, je mehr sie divergirt, bis sie endlich in unsern Ländern in die Luft oder Erde übergeht. Hieraus würden sich alle Phänomene erklären. Das Nordlicht erscheint im Sommer am seltensten, weil da das Eis wärmer und zum Leiten geschickter ist. Die verdichtete Polarluft selbst würde als ein dunkler Kreis, oder vielmehr, als ein Segment davon erscheinen: und da die divergirenden Stralen, wenn sie Leitern näher kommen, wieder convergiren, so würden hiedurch die mannigfaltigen Figuren der Lichtstreifen begreiflich. Positiv elektrische Stellen würden die Kronen veranlassen, die in den Beschreibungen der Nordlichter erwähnt werden.

Soviel auch das Nordlicht Aehnlichkeit mit einer elektrischen Erscheinung hat, so ist doch unter allen diesen Theorien noch keine, welche in Absicht der besondern Umstände vollkommen befriedigt. Bergmann behält Mairans Hypothese bey, verbindet sie aber mit den neuern so, daß er die Materie des Zodiakallichts durch Reiben an der verdünnten Luft elektrisch werden, und dadurch elektrische Erscheinungen hervorbringen läßt. Das Resultat aus allem ist, wie in mehrern Fällen, dieses, daß wir noch weit davon entfernt sind, die wahre Ursache und Entstehungsart des Nordlichts mit Gewißheit angeben zu können.

Was man von diesem Phänomen gegen den Südpol wahrgenommen hat, s. beym Worte Südlicht.

Mesure de la terre au cercle polaire in den Oeuvres *de Maupertuis*, Lyon 1768. 8maj. To. III. p. 155.

v. Mairan physikal. u. histor. Abhandlung vom Nordlichte, in den phys. Abhdl. der königl. Akad. d. Wiss. in Paris, von Steinwehr, IX B. S. 248 u. f.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2489 sqq.

Wargentin Gesch. der Wissensch. vom Nordscheine in den schwedischen Abhdl. XIV. B. für 1752. S. 169. u. XV. B. für 1753. S. 85.

P. Maxim. Hell Aurorae borealis theoria nova, Appendix ad ephemerides anni 1777. Vindob. 1776. 8. maj.

Priestley Gesch. der Elektricität durch Krünitz, S. 211, 221, 236 u. f.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. von Lichtenberg §. 759. 760.

Nordpol am Himmel, s. Weltpole.

Nordpol der Erde, s. Erdpole.

Nordschein, s. Nordlicht.

Normallänge, s. Barometer (Th. I. S. 265.)

Normaltemperatur, Reductionstemperatur, Temperatura normalis. Bey meteorologischen Beobachtungen, barometrischen Höhenmessungen u. dgl. ist es nöthig, die Angaben des Barometers wegen der Wärme zu berichtigen, s. Barometer (Th. I. S. 260 u. f.). Wenn man nehmlich mehrere Barometerbeobachtungen vergleichen will, die bey verschiedenen Graden der Wärme gemacht sind, so darf man nicht das vergleichen, was die Barometer wirklich gezeigt haben, sondern das, was sie gezeigt haben würden, wenn das Quecksilber in allen einerley Grad der Wärme gehabt hätte. Man muß also einen gewissen Grad der Wärme wählen, auf den man alle Beobachtungen reducirt, und dieser heißt alsdann die **Normal- oder Reductionstemperatur.**

De Lüc hat hiezu den zehnten Grad des Quecksilberthermometers von 80 Graden, das man gewöhnlich das reaumürische nennt, angenommen, und zu dieser Berichtigung eine eigne Thermometerskale angebracht (s. Th. I. S. 261.). Aber bey Berechnung der Höhen selbst, s. Höhenmessung (Th. II. S. 624.) legt er die Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nach eben diesem Thermometer zum Grunde, weil für selbige der Coefficient seiner Formel gerade 10000 ist, und

also die Höhe aus der Differenz der Logarithmen unmittelbar, und ohne weitere Berichtigung, in Tausendtheilen der Toise gefunden wird. Billig hätte er diese 16¾ Grad (oder fast 70 Gr. nach Fahrenheit) auch zur Normaltemperatur bey der Berichtigung wegen der Wärme wählen sollen, weil seine Rechnung so, wie sie jetzt ist, kältere Quecksilbersäulen mit wärmern Luftsäulen zusammenstellt.

Herr **Rosenthal** hat daher bey der sinnreichen Berichtigungsmethode, die ich Th. I. S. 265 und Th. II. S. 631 beschrieben habe, die Normaltemperatur lieber auf 16½ Gr. nach Reaumür setzen wollen: Herr **Kramp** hingegen (Th. II. S. 633.) läßt sie bey 10 Gr., nimmt aber diese 10 Gr. auch zugleich zur Grundlage für die Berechnung der Subtangente bey der Höhenmessung an. Wollte man die Höhen in englischen Klaftern (fathoms) finden, so wäre es bequem, den Eispunkt selbst zur Normaltemperatur zu nehmen, weil **Shukburgh** und **Roy** (Th. II. S. 628.) sich darinn vereinigen, daß die Differenz der Logarithmen bey dieser Temperatur die Höhen unmittelbar in engl. Klaftern gebe.

Die Reductionstafeln des P. **Schlögl** (Tabulae pro reductione statuum barometri ad normalem quendem caloris gradum. Monach. et Ingolst. 1788. 4.) sind für jede gewählte Normaltemperatur brauchbar, setzen aber voraus, daß sich 27 Zoll Quecksilber von 0 bis 80 Gr. Reaum. um 5,5 Lin. ausdehnen: die Formel, die ich im Artikel: Barometer (Th. I. S. 263.) mittheile, läßt sich auf jede Normaltemperatur und auf jedes Ausdehnungsverhältniß anwenden.

Normalthermometer, s. Thermometer.
Notiometer, s. Hygrometer.
Nutation, s. Wanken der Erdaxe.

O.

Objectivglas, s. Fernrohr.
Objectivlinse, s. Mikroskop.
Objectivmikrometer, s. Heliometer.

Observation, s. Beobachtung.
Occident, s. Abendpunkt.

Octave, Octava, *Octave.* Die Octave ist der Abstand oder das Verhältniß zweener Töne, deren einer gerade doppelt so schnelle, oder in gleicher Zeit doppelt so viele Schwingungen, als der andere voraussetzt. Von zween solchen Tönen, deren Schwingungen im Verhältniße 1 : 2 stehen, heißt auch derjenige, dem die schnellsten Schwingungen zukommen, die höhere oder obere Octave (*octave au-dessus*) und der, dem die langsamern zugehören, die tiefere oder untere Octave (*octave au-dessous*) des andern. Wenn z. B. unter zwo gleich dicken und gleich stark gespannten Saiten von einerley Materie die eine doppelt so lang, als die andere ist, so wird die kürzere in gleicher Zeit doppelt soviel Schwingungen machen, als die längere. Es wird also die kürzere Saite die obere Octave der längern, diese hingegen die untere Octave der kürzern angeben.

Die Octave ist nächst dem Einklang die vollkommenste Consonanz, und hat eine dem Gehör auffallende Aehnlichkeit mit dem Einklange selbst. Dies stimmt sehr wohl mit dem überein, was beym Worte Consonanzen von der Ursache des Wohlklangs derselben gesagt wird, weil das Verhältniß 2 : 1 allerdings das einfachste unter allen Verhältnißen verschiedener Zahlen ist.

Das Intervall der Octave wird gewöhnlich in sieben Stufen getheilt, welche eine musikalische Tonleiter ausmachen, und wenn der Grundton C heißt, die Töne D, E, F, G, A, H, c geben. Unter diesen Stufen sind zween halbe (Semitonia), nemlich E – F und H – c, und fünf ganze Töne; unter diesen leztern wieder zween kleinere (toni minores), nemlich D – E und G – A, die übrigen drey Stufen C – D, F – G, A – H sind größere (toni majores). Doch sind die Verhältniße dieser Abtheilung verschieden, s. Ton. Diesemnach wird die obere Octave, wenn man den Grundton mitzählet, der achte Ton der Leiter, und hat daher ihren Namen.

Die Verhältniße 4 : 1, 8 : 1, 16 : 1 geben die Intervalle der doppelten, dreyfachen, vierfachen Octave ꝛc. (C : $\overline{c}$; C : $\overline{\overline{c}}$; C : $\overline{\overline{\overline{c}}}$), welche noch immer sehr vollkommne Consonanzen bleiben.

Ocularglas, s. Fernrohr, Mikroskop.

Oele, Olea, *Huiles.* Diesen allgemeinen Namen giebt man in der Chymie gewissen zusammengesetzten dünnflüßigen Materien, welche sich im Wasser gar nicht oder sehr wenig auflösen, und durch Hülfe eines Dachtes die Flamme ernähren. Unauflöslichkeit im Wasser und Brennen mit einer Flamme sind eigentlich die Kennzeichen einer Gattung von Körpern, welche man ölichte (oleosa) nennt, und wozu die Fettigkeiten mit gehören, s. Fett. Die dünnflüßigen Körper dieser Art sind die Oele; die mehr Consistenz haben, heissen Balsame, Buttern, Harze u. s. w. Man hat aber unter den Oelen wiederum die fetten Oele von den ätherischen und von den brenzlichten Oelen zu unterscheiden.

Fette Oele, die auch milde, schmierige, ausgepreßte heissen (olea unguinosa, unctuosa, expressa, *huiles douces, tirés des végétaux par expression)* sind in den meisten Saamen und Kernen des Pflanzenreichs so häufig enthalten, daß sie von selbst ausfließen, wenn man diese Kerne zermalmet und auspresset. Diese Oele sind mild und geruchlos, wenigstens, wenn sie noch frisch sind, und sich die von den Hülsen herrührenden Beymischungen durch den Bodensatz völlig abgeschieden haben. Sie sind nie vollkommen flüßig, und verdampfen noch nicht bey der Temperatur des siedenden Wassers, sondern kochen erst bey einer weit stärkern Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. Dies ist die Ursache, daß sich die Flecke, die sie auf Papier zurücklassen, durch die Erhitzung nicht verlieren, und daß sie sich bey der bloßen Annäherung einer Flamme nicht entzünden, sondern eines Dachtes bedürfen, der sie so stark erhitzt, daß sie ausdampfen.

Diese ausgepreßten Oele werden, wenn aus ihnen durch langes Stehen die Luftsäure entweicht, **ranzicht** (rancida)

d. i. scharf und übelriechend; man kan sie aber durch neue Mittheilung fixer Luft wieder mild machen.

Im Weingeiste lösen sie sich, so lang sie frisch sind, nicht auf; aber mit den ätzenden fixen Laugensalzen verbinden sie sich sehr leicht, und bilden **Seifen**, welche im Wasser auflöslich sind. Hiebey wirkt das Laugensalz, als ein aneignendes Verwandschaftsmittel zwischen Oel und Wasser. Die Säuren zersetzen die Seifen wieder, und scheiden das Oel davon ab, welches sich nunmehr im Weingeiste auflöset. Eben dies thun auch die sogenannten **harten** Wasser, besonders aus Brunnen, welche daher zum Waschen mit Seife nicht dienen, da hingegen die weichen Wasser aus den Flüßen und der Atmosphäre die Seifen vollkommen auflösen.

Die fetten Oele sind sämtlich specifisch leichter, als das Wasser; sie unterscheiden sich aber unter einander selbst in vielen Stücken. Einige, z. B. das Leinöl, Nußöl, Mohnöl, Hanföl trokneu an der Luft leicht, daher man sie zur Malerey gebraucht: andere bleiben stets schmierig, wie Baumöl, Rübsaamenöl, Mandelöl u. dgl. diese dienen zum Einschmieren der Uhren u. s. w. Einige erhalten schon in den gewöhnlichen Temperaturen eine Consistenz, und heissen **Pflanzenbuttern**, z. B. Cacaobutter, Lorbeeröl rc.

Sie widerstehen, ohne zu gefrieren, einer sehr großen Kälte, und lassen sich durch die rauchende Salpetersäure, wie **Rouelle** gezeigt hat, eben sowohl, als die ätherischen, entzünden. Sie lösen Schwefel, Bernstein, Bleykalk rc. auf.

Aetherische, flüchtige, riechende, wesentliche Oele (olea aetherea, volatilia, essentialia, destillata, *huiles essentielles*) sind diejenigen, welche den Geruch der Pflanze, aus der sie gezogen sind, besitzen und so flüchtig sind, daß sie schon vor oder bey der Siedhitze des Wassers verdampfen. Man erhält sie aus den stark riechenden und scharf schmeckenden Theilen der Pflanzen durch die Destillation mit Wasser; sie gehen alsdann mit dem Wasser über, welches dadurch trüb oder milchigt wird und den Geruch der Pflanze erhält; das überflüßige Oel aber bleibt bey einer schnellen Destillation vom Wasser abgesondert. Diese Oele

verfliegen bey weit geringerer Hitze, daher die Flecke, die sie auf Papier zurücklassen, durch Erwärmung vergehen, auch die Oele selbst leicht und ohne Dacht entzündlich sind.

Diese Oele haben einen scharfen brennenden Geschmack, und geben Merkmale einer Säure, von der sie durchdrungen sind. Wenn sie lang an der Luft stehen, verlieren sie viel von ihrem flüchtigen Theile, und nehmen die Consistenz und den Geruch des Terpentins an. Durch eine neue Destillation kan man alsdann das noch übrige flüchtige Oel wieder ausscheiden und frisch erhalten. Auch das harzige Rückbleibsel wird durch wiederholte Destillationen wieder flüchtig, erhält aber den vorigen gewürzhaften Geruch nie wieder. Es bestehen also diese Oele aus einem harzigen Theile, und einem flüchtigen, der der Pflanze, die ihn hergab, eigenthümlich ist, und den Boerhave den belebenden Geist (Spiritus rector) der Pflanze genannt hat.

Im Weingeiste lösen sie sich auf, auch einigermaassen im Wasser, dem sie ihren Geruch und Geschmack mittheilen, daher der Spiritus rector im Wasser völlig auflöslich zu seyn scheint. Mit den Säuren verbinden sie sich leichter, als die fetten Oele, weit schwerer aber mit den Laugensalzen, mit denen sie bey der Glühhitze vereiniget die starkeyische Seife geben, die man gewöhnlich aus dem Gewächslaugensalze und Terpentinöl bereitet.

Die meisten ätherischen Oele sind specifisch leichter, als das Wasser. Nur einige sehr gewürzhafte, z. B. Nelkenöl, Zimmetöl rc. fallen zu Boden. Einige, wie Terpentinöl, Citronenöl, sind sehr flüßig; andere z. B. Anisöl, Rosenöl, sind consistenter und gerinnen bald im Kühlen.

Mit der rauchenden Salpetersäure bringen die meisten eine freywillige und sehr lebhafte Entzündung hervor, ein Phänomen, das Borrichius (Acta Hafniensia ann. 1671. p. 133.) zuerst am Terpentinöle entdeckte, und dessen Prüfung und Erklärung den Chymikern sehr viel Mühe gemacht hat.

Brenzliche, empyrevmatische Oele (olea adusta, foetida, empyrevmatica, *huiles fétides empyreumatiques)* heissen alle durch die Destillation mit einer größern Hitze,

als die des kochenden Wassers ist, erhaltene Oele, aus was für Körpern sie auch gezogen seyn mögen. Sie sind braun und dick, riechen angebrannt, und machen keine besondere Gattung aus, sondern scheinen blos ein Product zu seyn, das durch die Wirkung des Feuers aus der wesentlichen Säure des verbrannten Körpers und dem Phlogiston erzeugt wird (s. Gren systemat. Handbuch der Chymie, II Th. 1 Band Halle, 1789. gr. 8. §. 1120.). Dergleichen empyrevmatisches Oel zeigt sich bey jeder Verbrennung, und ist eben das, was im freyen den Rauch und die Flamme mit bilden hilft, und woraus nach der Verdämpfung des Flüchtigen der Ruß entsteht.

Man nahm sonst eigne thierische Oele an, weil man aus den Theilen thierischer Körper durch die Destillation dergleichen erhalten kan. Allein die Versuche neuerer Chymisten lehren vielmehr, daß dies nichts anders, als vegetabilische Oele sind, welche durch die Speisen in den thierischen Körper gebracht, und darinn durch mancherley Beymischungen verändert werden.

Das Pflanzenreich scheint also die Werkstätte zu seyn, in welcher die Natur die Oele bereitet. Was sich in den übrigen Naturreichen davon findet, ist als ein Stof von vegetabilischem Ursprunge anzusehen.

Die Oele überhaupt bestehen aus Brennbarem, Säure, Wasser und Erde. Die Säure erklärt Scheele (Chym. Abhdl. von der Luft und dem Feuer, §. 74.) für die Luftsäure, auch sieht er die Erde, die sich bey der Verbrennung als kohlenartiger Rückstand zeigt, für zufällig, und nicht zur Natur der Oele gehörig, an. Vornehmlich sind die Oele reich an brennbarem Stoffe, daher sie auch die ältern Chymiker mit dem Phlogiston selbst verwechselt, und in Metallen, Schwefel und Kohlen Oele gesucht haben.

Macquer chymisches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Oel.

Gren systemat. Handbuch der Chymie, Erster Theil, §. 423 u. f. ingl. §. 446 u. f.

Ohr, s. Gehör.

Ombrometer, s. Regenmaaß.

Operngucker, s. **Polemoskop.**
Opposition, s. **Aspecten.**

Optik, Optica, s. Optice, *Optique.* Dieser Name kömmt in seiner weitläuftigsten Bedeutung der ganzen Lehre vom Lichte und vom Sehen zu, welche einen Hauptabschnitt der angewandten Mathematik ausmacht, und die sämtlichen optischen Wissenschaften in sich begreift. Im eigentlichen und eingeschränktern Sinne aber versteht man unter der Optik blos die Lehre vom Sehen durch gerade Lichtstralen. Diese ist nur ein einzelner Theil der optischen Wissenschaften, zu denen ausser ihr noch die **Katoptrik**, **Dioptrik** uud **Photometrie** gehören, von welchen eigne Artikel dieses Wörterbuchs handeln, nebst der **Perspectiv**, oder geometrischen Theorie der Verzeichnung auf ebnen Flächen.

Die allgemeine Erfahrung, daß das Licht in geraden Linien fortgehe, macht das Grundgesetz der Optik aus, wodurch die Lehre von der Erscheinung der Gegenstände durch gerade Stralen auf Betrachtung gerader Linien und Winkel gebracht wird. Die Optik beschäftiget sich also mit den Lehren vom Sehewinkel, den scheinbaren Größen, Entfernungen, Orten, Lagen, Gestalten und Bewegungen der Gegenstände, und mit den Urtheilen, welche wir aus diesen Erscheinungen über die wahre Beschaffenheit aller dieser Dinge fällen, s. **Sehewinkel, Größe, Entfernung, scheinbare, Gesichtsbetrüge.**

Der Grundsatz von dem geradlinigten Fortgange des Lichts war in den Schulen der griechischen Weltweisen, besonders der platonischen, bekannt genug, ob sie gleich die Natur des Lichts und die Art und Weise des Sehens auf sehr verschiedene Art daraus erklärten. Ausser einigen in den philosophischen Schriften zerstreuten Stellen, ist aus dem Alterthum noch eine Optik übrig geblieben, die vom Proklus und Heliodor von Larissa dem **Euklides** zugeschrieben wird, und Bestimmungen der Größe und Gestalt der Gegenstände nach dem Sehewinkel enthält. Sie ist besser, als die damit verbundene Katoptrik, s. **Katoptrik**; hat

aber auch viel unbestimmte, oder nach Lamberts Ausdruck, halbe Sätze, z. B. daß die entferntern Theile einer Ebne, über welche das Auge erhaben ist, höher erscheinen, welches nur unter Bestimmungen wahr ist, die ein Geometer, wie Euklid, schwerlich weggelassen hätte.

Die Optik des Ptolemäus ist zwar verlohren; wir wissen aber aus der Perspectiv des Roger Baco, daß sich darinn eine richtige Erklärung der scheinbaren Vergrößerung der Sonne und des Monds am Horizonte befunden hat, s. Himmel (Th. II. S. 595.). Unter den Arabern schrieb Alhazen im zwölften Jahrhunderte ein optisches Werk, wozu er, wie Baco meldet, das meiste aus dem Ptolemäus genommen haben soll. Im dreyzehnten Jahrhunderte bemühte sich Vitello, ein gebohrner Pohle, den weitläuftigen und oft dunkeln Alhazen abzukürzen und zu erklären. Die Schriften des Alhazen und Vitello hat Friedrich Risner (Opticae Thesaurus. Basil. 1572. fol.) herausgegeben.

Man begrif damals unter dem Namen der Optik die sämtlichen optischen Wissenschaften, und nannte die eigentliche Optik Perspectiv. Noch im dreyzehnten Jahrhunderte schrieben über diese Perspectiv in England Johann Peckham, Erzbischof zu Canterbury (Perspectiva communis ed. *Ge. Hartmanni.* Norimb. 1542. 4., wo sie der Herausgeber mit Unrecht dem Johann Pisanus oder Persan, Erzbischof von Cambray zuschreibt) und Roger Baco (Perspectiva, ed. *Jo. Combachio*, Prof. Marpurg. Frf. 1614. 4. auch in D. Jebb's Ausgabe des Opus maius, Lond. 1733. fol.), die sich aber beyde sehr übel lesen lassen. Vermuthlich müssen schon die Alten mehr in diesem Fache gearbeitet haben, weil sich sonst die große Lücke vom Ptolemäus bis auf diese Schriftsteller nicht wohl erklären läßt.

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident schrieben über die optischen Lehren der Sicilianer Maurolycus (Theoremata de lumine et umbra ad perspectivam et radiorum incidentiam facientia. Venet. 1575. 4.) und der Neapolitaner Porta (Magia naturalis, Neap. 1558. fol, und De refractione, Optices parte L. IX. Neap.

1593. 4.). Der erstere erklärte, warum die Sonne durch das eckigte Loch eines Zimmers ein rundes Bild zeige, und der letztere erfand das verfinsterte Zimmer, dessen Theorie soviel zur Erklärung des Sehens durchs Auge beygetragen hat. Das Mathematische der eigentlichen Optik, die man noch immer Perspectiv nannte, war damals schon ziemlich ausgearbeitet, und der Kanzler **Bacon** (De augm. scient. ed. lat. Frf. 1655. fol. p. 119.) wünscht nur, daß man die physikalische Lehre vom Licht besser untersuchen möchte. Das weitläuftigste Werk über die Optik und Perspectiv aus den damaligen Zeiten ist vom Jesuiten **Aguilonius** (Opticorum libri VI. Antverp. 1613. fol.).

Mit dem Anfange des siebzehnten Jahrhunderts erhielt durch Veranlassung der entdeckten Fernröhre und Brechungsgesetze die Dioptrik die Form einer eignen Wissenschaft, und man fieng nunmehr an, die Lehren vom geraden, zurückgeworfenen und gebrochenen Lichte genauer mit den Namen Optik, Katoptrik, Dioptrik zu unterscheiden, und die Lehre von Projectionen der Gegenstände auf durchsichtige ebne Tafeln unter dem Namen der Perspectiv abzusondern. Unter allen diesen Wissenschaften hat die eigentliche Optik den geringsten Umfang, zumal da man in neuern Zeiten noch die Photometrie davon getrennt hat. Ihre Lehrsätze fließen ganz leicht aus dem geradlinigten Fortgange der Lichtstralen, und selbst die Erklärungen der Gesichtsbetrüge sind sehr leicht, wenn man nur die reine optische Darstellung von dem darüber gefällten Urtheile der Seele gehörig unterscheidet.

Die eigentliche Optik wird nicht mehr allein, sondern immer in Verbindung mit den übrigen optischen Wissenschaften vorgetragen. Es wird genug seyn, als eine Einleitung in dieselbe **Smiths** (Vollständiger Lehrbegrif der Optik, nach dem engl. des Smith, mit Aend. u. Zus. v. **Kästner**. Altenburg, 1755. 4.) und **Porterfield's** (Treatise on the eye, the manner and phaenomena of Vision by *W. Porterfield*. Edinburgh. 1759. II Voll. 8.) Lehrbücher anzuführen. Zur Geschichte der optischen Wissenschaften, mithin auch der Optik insbesondere dient das Werk

der Herren Priestley und Klügel (Geschichte und gegenw. Zustand der Optik, a. d. engl. mit Anm. u. Zus. Leipzig, 1776. gr. 4.), und zur Bücherkenntniß die Verzeichniße von Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften im 4ten Bande der Anfangsgr. math. Wiss. Cap. 10.) und Scheibel (Einleitung zur mathemat. Bücherkenntniß, 9tes Stück. Breslau, 1777. 8.).

Optischer Ort, s. Ort, optischer.

Optischer Winkel, s. Sehewinkel.

Organisation, organischer Bau, Organisatio, Structura organica, *Organisation.* Man versteht unter diesem Worte denjenigen Bau eines Körpers, nach welchem er aus festen und flüßigen Theilen so zusammengesetzt ist, daß sich die flüßigen in den festen bewegen, ihre Mischung ändern, und sich dadurch dem Körper selbst assimiliren, oder in seine Substanz übergehen können. Organe oder Werkzeuge heissen überhaupt Körper, die so gebaut sind, daß dadurch gewisse Zwecke und Wirkungen erreicht werden können, wie z. B. das Auge, Ohr und die übrigen Werkzeuge der Sinne des thierischen Körpers. Die Gefäße, in welchen Säfte umlaufen, die zur Nahrung der Thiere und Pflanzen dienen, sind also ebenfalls Organe, und man legt den natürlichen Körpern, in welchen ein solcher Umlauf der Säfte durch Gefäße geschieht, einen organischen Bau, oder eine Organisation bey.

Organisirte, organische Körper, Corpora organica s. organisata, *Corps organisés ou organiques.* So heissen diejenigen natürlichen Körper, in denen sich flüßige Theile in festen Gefäßen bewegen, verändern und durch Assimilation in die Substanz des Körpers selbst übergehen können — Körper, die einen organischen Bau haben, s. Organisation.

Durch diesen organischen Bau unterscheiden sich die Körper des Thier- und Pflanzenreichs von den Mineralien, welche letztern nur aus Zusammenhäufung gleichartiger Theile von aussen her (per iuxta-positionem) entstehen, s. Mi-

neralien, da hingegen die Thiere und Pflanzen eine ungleichartige Nahrung in sich nehmen, die erst durch den organischen Bau ihrer Körper verändert, ihnen assimilirt, und von innen (per intus-susceptionem) zur Erhaltung und zum Wachsthum ihres Körpers verwendet werden muß.

So lange die Bewegung der flüßigen Theile in den festen, welche zur Erhaltung eines organisirten Körpers nothwendig ist, aus eigner innerer Kraft des Körpers wirklich fortdauert, sagt man, der Körper lebe, das Aufhören dieser Bewegung ist der Tod. In diesem Sinne schreibt man auch den Pflanzen ein Leben und ein Absterben zu.

Ist das Leben mit Empfindungskraft und willkührlicher Bewegung begleitet, so wird der organisirte Körper zum Thierreiche, wenn aber diese Eigenschaften fehlen, zum Pflanzenreiche gerechnet.

Die Art und Weise, auf welche in den organisirten Körpern die Veränderung und Assimilation der Nahrungsmittel bewirkt wird, ist uns gänzlich verborgen; wir können uns zwar wenige einzelne Theile und Fälle davon einigermaaßen begreiflich machen, keinesweges aber das Ganze übersehen.

Orient, s. **Morgenpunkt.**

Orkan, s. **Wind.**

Ort, optischer, Locus opticus, *Lieu optique.* Wenn das Auge A, Taf. XVIII. Fig. 65. den sichtbaren Punkt C, und zugleich hinter demselben eine Fläche DE sieht, daß ihm also C den Punkt der Fläche a verdeckt, so heißt a der optische Ort von C auf dieser Fläche, für das Auge A. Wenn Fläche und Punkt die vorigen bleiben, so ändert sich dieser optische Ort für andere Stellen des Auges, z. B. für das Auge B ist b der optische Ort auf der Fläche DE. Alsdann heißt ab die Parallaxe, s. **Parallaxe.**

Wenn der Beobachter hiebey nichts gewahr wird, was ihn auf die Bemerkung eines Abstands zwischen C und DE leiten kan, so urtheilt er nach den gewöhnlichen Regeln, C stehe in der Fläche DE, also in a oder b selbst. Er hält

den optischen Ort für den wahren, durch einen Gesichtsbetrug. In diesem Falle wird der optische Ort zugleich ein scheinbarer Ort.

So sehen wir die Gestirne an der scheinbaren blauen Wölbung des Himmels, ohne einen Abstand derselben von dieser Wölbung wahrzunehmen. Ihre Stellen sind nur optische Orte, werden aber auf den ersten Anschein für wahre Orte gehalten, und sind daher auch scheinbare Orte.

Geht das Auge aus A in B über, ohne daß man sich dieser Bewegung bewußt ist, oder deutlich darauf merkt, so scheint C durch ab zurückzugehen, oder auch die Fläche DE sich um das Stück ba vorwärts zu schieben, je nachdem man beym Urtheile über das Gesehene geneigter ist, den Körper C, oder die Fläche DE für beweglich zu halten. Die vielen hieraus entstehenden Täuschungen habe ich schon bey dem Worte: **Gesichtsbetrüge** (Th. II. S. 471.) erwähnt.

Ort, scheinbarer, Locus apparens, *Lieu apparent*. Der Ort, an welchem man, dem über das Gesehene gefällten Urtheile gemäß, einen Gegenstand oder ein Bild desselben zu sehen glaubt, heißt der **scheinbare Ort** des Gegenstandes oder des Bildes.

Die Begriffe vom optischen Orte und scheinbaren Orte sind verschieden. Bey jenem kömmt es auf reine optische Darstellung, bey diesem zugleich auf ein Urtheil an: jener bezieht sich allezeit auf eine Fläche, als Hintergrund, dieser ist auch ohne dergleichen Beziehung gedenkbar. Der optische Ort ist nicht allezeit scheinbarer Ort, sondern nur dann, wenn man die Entfernung des Gegenstandes oder Bildes vom Hintergrunde nicht wahrnimmt, s. **Ort, optischer**.

Der **scheinbare Ort** eines Punkts hängt ab von der Richtung, nach welcher die Lichtstralen von ihm ins Auge kommen, und von seiner scheinbaren Entfernung vom Auge. Wenn ich mir eine gerade Linie aus dem Auge nach der erwähnten Richtung denke, und die scheinbare Entfernung auf dieselbe trage, so wird der Punkt, wo ich den Gegen-

stand zu sehen glaube, bestimmt. Hiebey wirken also alle die Umstände mit, die beym Worte Entfernung, scheinbare (Th. I. S. 850 u. f.) erwähnt worden sind.

Wenn wir durch gerade Stralen sehen, so betrügen wir uns bey nahen und gewöhnlichen Gegenständen selten im Urtheile über ihren Ort. Bey entferntern Dingen geschieht dies öfter, und der Fall ist sehr gewöhnlich, daß wir sie an die Grenze des Horizonts oder in die Fläche des Hintergrunds selbst setzen, und also den optischen Ort zum scheinbaren, oder nach unserm Urtheile zum wahren, machen.

Sehen wir durch gebrochene oder zurückgeworfene Stralen, so ist es in den meisten Fällen noch schwerer, bestimmte Grundsätze über den Ort des Bildes anzugeben. Von den dahingehörigen Theorien der Optiker, s. Bild (Th. I. S. 354 u. f.). Nimmt man hiebey mit Barrow an, jeder Punkt werde da gesehen, wo die Spitze des von ihm auf die Pupille kommenden Stralenkegels liegt (in vertice coni refracti s. reflexi), so giebt es bey den Kugelspiegeln gar keinen Punkt, in den sich die Richtungen aller von einem Punkte des Gegenstands herkommenden Stralen vereinigten, d. i. gar keinen absoluten Ort des Bildes: meistentheils aber ist doch für die Stralen, die ins Auge kommen, ein Punkt da, nach welchem ihre Richtungen convergiren, oder um den sie wenigstens am dichtesten zusammenkommen, und den man den relativen Ort des Bildes nennen könnte. Für diesen ist nun die Theorie der Alten mit Barrows ziemlich einerley.

Aber das Urtheil richtet sich gar nicht nach diesem Orte allein, der manchmal sogar hinter das Auge selbst fällt. Daher muß man den scheinbaren Ort des Bildes noch besonders von jenem absoluten und relativen Orte unterscheiden, und es lassen sich für ihn gar keine bestimmten Grundsätze angeben.

Klügel zu Priestley's Geschichte der Optik, S. 505.

Oscillation, s. Schwingung.

Ost, s. Morgenpunkt.

P.

Papinische Maschine, **Papins Digestor**, Machina Papini s. Papiniana, Olla s. Digestor Papini, *Marmite de Papin.* Ein cylindrisches kupfernes inwendig verzinntes Gefäß, welches man durch einen Deckel mit um den Rand gelegter Pappe, vermittelst einer starken eisernen Schraube, sehr genau und fest verschließen kan, um das Wasser darinn in einem hohen Grade zu erhitzen, ohne daß die dadurch entstehenden Dämpfe einen Ausgang finden können.

Wasser, in ofnen Gefäßen erhitzt, nimmt nur einen gewissen Grad der Temperatur an, weil die stärker erhitzten Theile sofort in Dämpfe verwandelt werden, und das Sieden bewirken, s. **Sieden, Siedpunkt.** In fest verschloßnen Gefäßen hingegen können diese Dämpfe, oder stärker erhitzten Wassertheile sich nicht ausbreiten und davongehen. Sie nehmen also immer stärkere Grade der Hitze an, theilen diese den im Wasser befindlichen Körpern mit, und wenden ihre ganze Elasticität gegen diese Körper und gegen die Wände des Gefäßes, welche daher fest genug seyn müssen, um einen Widerstand von ungemeiner Größe ohne Zersprengung auszuhalten.

Durch dieses Mittel kan man im heissen Wasser Körper erweichen und auflösen, welche bey der gewöhnlichen Siedhitze gar nicht angegriffen werden, z. B. Knochen, Elfenbein, harte Hölzer u. dgl. Man bereitet auf diese Art, besonders aus den thierischen Materien, kräftige Brühen und Gallerten.

Der Erfinder dieser Vorrichtung war **Dionysius Papin** (A new Digestor. Lond. 1681. 4. Continuation of the new digestor etc. Lond. 1687. 4. La maniere d'amollir les os. Amsterd. 1681. 8.), ein französischer Arzt und Schüler des **Huygens** und **Boyle**, welcher dabey die Absicht hatte, Säfte thierischer und vegetabilischer Körper auf eine leichte und wohlfeile Art auszuziehen.

Da eingeschloßne Dämpfe mit unglaublicher Gewalt auf die Wände der Gefäße wirken, so ist es sicherer, den

papinischen Topf aus getriebenem Kupfer zu bereiten (Mémoire sur l'usage économique du digesteur de Papin, à Clermont-Ferrand. 1761. 8. und im leipz. Intelligenzbl. 1763. no. XI. Art. 10.). Wilke (Schwed. Abhdl. für 1773.) hat ihn noch mehr zum ökonomischen Gebrauch eingerichtet; Versuche mit diesem Digestor erzählt Ziegler (Specimen de digestore Papini, eius structura et usu. Basil. 1768. 4maj.).

Leonhardi im Macquerschen Wörterb. Art. Papinianische Maschine.

Parabolische Spiegel, Specula parabolica, *Miroirs paraboliques.* Hohlspiegel, deren hohle Fläche ein Stück der Oberfläche eines Paraboloids, d. i. eines aus Umdrehung der Parabel um ihre Axe entstandenen Körpers ist. Wenn sich nemlich die Parabel AMM Taf. XVIII. Fig. 66. um ihre Axe AP umdreht, so beschreibt die Fläche PAMM den Körper, und die krumme Linie AMM die Oberfläche eines Paraboloids, oder die hohle Fläche eines parabolischen Spiegels, die also mit einer Ebne durch die Axe AP geschnitten, ringsum gleiche und ähnliche Parabeln giebt.

Die Parabel hat die Eigenschaft, daß jede mit ihrer Axe PA parallel laufende Linie NM, wenn sie von der Curve selbst oder ihrer Tangente bey M unter einem gleichen Winkel abprallt, in den Punkt F gelangt, welcher vom Scheitel A um den vierten Theil der senkrechten Breite der Parabel bey F, oder um AF = $\frac{1}{4}$ mμ absteht. Oder was eben soviel ist: Jede mit der Axe AP parallele Linie NM macht mit der Tangente der Parabel bey M einen eben so großen Winkel, als die aus F dahin gezogne Linie FM. Sind also NM, NM parallele Lichtstralen, dergleichen von sehr entfernten Punkten der Axe herkommen, so werden dieselben von jedem Schnitte der parabolischen Spiegelfläche nach der Zurückwerfung in dem Punkte F vereiniget.

Kehrt man die Axe eines solchen Spiegels gegen die Sonne, so kommen aus dem Mittelpunkte derselben lauter Parallelstralen auf seine Fläche, die sich also durch die Zu-

rückwerfung genau in F vereinigen. Aus der Sonne übrigen Punkten kommen auch Parallelstralen, die zwar kleine Winkel mit der Axe machen, aber sich doch auch um F vereinigen. So entsteht in F ein kleines Bild der Sonne, in welchem alle auf den Spiegel gefallene Sonnenstralen zusammenkommen, und Körper, die sich da befinden, stark erhitzen oder entzünden. Daher heißt F der **Brennpunkt** des Spiegels, und der Parabel A M M überhaupt.

Zwar ist auch hier nur ein Brennraum vorhanden, weil sich alle Stralen nicht in F selbst vereinigen, sondern durchs Sonnenbild verbreiten, s. **Brennpunkt** (Th. I. S. 449.). Da aber doch alle aus einem Punkte kommenden Stralen wieder in einen Punkt zusammengehen, so fällt die katoptrische Abweichung (s. Abweichung Th. I. S. 15 u. f.) hiebey ganz hinweg, und ein solcher Spiegel muß nicht nur stärker brennen, als die gewöhnlichen hohlen Kugelspiegel, sondern er muß auch ein vollkommen genaues Bild entfernter Gegenstände machen.

Sowohl die Brennspiegel, als die erwähnte Eigenschaft der Parabel, waren den Alten bekannt. Porta (Magia natur. L. XVII. c. 14. 15.) glaubt daher, sie hätten sich parabolischer Metallspiegel zum Zünden bedient, s. **Brennspiegel**, welches aber wegen der geringern Brennweite solcher Spiegel und der Schwierigkeit, ihnen die parabolische Gestalt zu geben, sehr unwahrscheinlich wird.

Unter den Neuern ist eine lange Zeit von parabolischen Spiegeln mehr geredet, als an ihrer Verfertigung gearbeitet worden. Vor Erfindung der Spiegelteleskope wurden die Hohlspiegel meistentheils nur zum Brennen gebraucht, zu welcher Absicht schon Kugelspiegel und Brenngläser hinlängliche Wirkung thun. Daher schien die große Mühe, die die Bereitung nach parabolischer Gestalt erfordert, sich nicht genug zu belohnen. Inzwischen ist ein solcher parabolischer Spiegel vom P. Franz Tertius de Lanis (Act. Erud. Lipſ. 1688. p. 38.) angegeben, und zum chymischen Gebrauch vorgeschlagen.

Ein Künstler in Dresden, Hösse, hat sich ungemeine Mühe gegeben, große parabolische Brennspiegel zu Stande

zu bringen, wovon D. Hofmann (Hamburg. Magazin V. Band, S. 269. XIV. B. S. 563. XVI. B. S. 313.) Nachricht ertheilt. Auch hat Höse selbst (Nachricht von parabolischen Brennspiegeln, Dresden, 1755. 4.) eine Beschreibung derselben gegeben. Sie waren nach einer parabolischen Lehre aus starken messingenen Blechtafeln zusammengefügt, und die Probe der richtigen Gestalt ihrer Flächen ward durch gemessene Distanzen ihrer Punkte und Vergleichung mit den Berechnungen gemacht. Der gröste hatte 4 Ellen in der Höhe und 48 Zoll Brennweite. Mit einem von 2½ Ell. Höhe und 22 Zoll Brennweite schmolz Höse einen hessischen Schmelztiegel in 2 Sec. zu einem grünschwarzen Glase, und machte bey der zehnzölligen Verfinsterung der Sonne im Jahre 1748 den merkwürdigen Versuch, daß eben dies in etlichen Secunden gleichfalls gelang, obgleich über ¾ der Sonnenscheibe vom Monde bedeckt waren. Diese Hösischen Brennspiegel übertreffen also den Tschirnhausenschen in der Geschwindigkeit ihrer Wirkungen sehr weit.

Durch die Erfindung der Spiegelteleskope ward es wichtiger, zu Vermeidung der katoptrischen Abweichung den Metallspiegeln derselben eine parabolische Gestalt geben zu können. Schon Gregory's erster Vorschlag eines solchen Teleskops gieng auf einen parabolischen und einen elliptischen Spiegel. Aber eben aus Unmuth darüber, daß er keine guten Spiegel dieser Art bekommen konnte, gab er seinen Vorschlag ganz auf, und Newton begnügte sich aus eben dem Grunde mit sphärischen Spiegeln, so wie Hadley, der um 1726 die ersten guten Teleskope dieser Art verfertigte.

Short, welcher kurze Zeit darauf weit vollkommnere Spiegelteleskope lieferte, erreichte diese Vollkommenheit hauptsächlich durch die geschickte Krümmung, die er den Spiegeln derselben zu geben wuste. Diese Krümmung muste der parabolischen nahe kommen; denn sie machte, daß die Shortischen Spiegel größere Oefnungen, als andere, vertrugen, und verminderte also die Abweichung (s. *Euler* Dioptr. To. II. p. 530.). Allein man darf nicht glauben,

daß sich dieser Künstler zu Hervorbringung der parabolischen Form beym Schleifen der Metallspiegel nach genau bestimmten Regeln gerichtet habe. Er sowohl, als die folgenden englischen Künstler haben hiebey blos einige Vortheile gebraucht, die sich nur durch Erfahrung und Uebung treffen lassen, und deren Wirkung allemal zufällig bleibt.

Diese Vortheile bestehen darinn, daß man den Spiegel beym Abschleifen auf den Wetzsteinen, auf eine besondere Art führt, und den Druck dabey so geschickt verändert, daß die Krümmung um die Mitte etwas stärker, als am Rande ausfällt, wodurch wenigstens einige Annäherung an die parabolische Gestalt erhalten wird. Man probirt alsdann den Spiegel, indem man ihn im verfinsterten Zimmer stark erleuchtete Bilder zurückwerfen läßt, und verbessert seine Gestalt durch neues Abschleifen solange, bis die Bilder vollkommen deutlich werden.

In Smith's Lehrbegrif der Optik (nach Kästners Ausgabe S. 278 u. f.) befindet sich eine Anweisung zu Verfertigung der Metallspiegel von Molyneux und Hadley, deren Verfasser (§. 64.) sagen, sie hätten die parabolische Gestalt dadurch erhalten, daß sie ein wenig mehr Schlamm auf den Wetzsteinen gelassen, oder daß sie das Abschleifen mit einer Art von epicykloidalischer Bewegung beschloßen hätten, mit der sie die Mitte des Spiegels ohnweit des Umkreises der Wetzsteine etwa eine Minute lang herum führten.

Mudge (Philos. Transact. for 1777. Vol. LXVII. P. 1. p. 296. übers. in den leipz. Sammlungen zur Physik u. Naturg. I. B. 5. St. S. 584.) giebt eine sehr umständliche Beschreibung seiner Methoden bey Verfertigung von Metallspiegeln, und räth, den Spiegel auf den Wetzsteinen anfangs genau sphärisch zu schleifen, und auf die Abänderung der Gestalt erst beym Poliren zu denken. Er schlägt hiezu statt der Smithischen eine eigne Methode vor, nach welcher der Spiegel die Politur zuerst in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum zu erhalten anfängt; also auch an dieser Stelle mehr angegriffen wird und etwas mehr Krümmung erhält, als an den übrigen.

Inzwischen vermeidet er diese Wirkung dadurch, daß er die Polirscheibe ebenfalls in der Mitte durchlöchert, und giebt so dem Spiegel zuförderst eine richtige sphärische Gestalt, deren Daseyn sich durch das Gefühl der Gleichförmigkeit bey der Bearbeitung offenbaret.

Am Ende der ganzen Operation aber verstopft er das Loch in der Polirscheibe mit Kork, der nicht ganz bis an die Oberfläche reicht, reinigt diese Oberfläche mit einem feuchten Schwamm, setzt den Spiegel, indem sie noch feucht ist, darauf, trägt mit dem Pinsel rund herum soviel Wasser auf, als der hervorspringende Rand der Scheibe fassen kan, gießt auch Wasser in das Loch des Spiegels, und läßt dies alles 2—3 Stunden stehen, um eine innige Berührung beyder Flächen und völlig gleiche Wärme zu erhalten.

Hierauf zieht er den Kork aus, läßt das Wasser ablaufen, und bewegt den Spiegel zuerst gelind und langsam in einem sehr kleinen Kreise um den Mittelpunkt der Polirscheibe (welche Bewegung anfänglich etwas schwer geht), dann macht er allmählig Kreise von größerm Durchmesser, und dreht dabey immer den Spiegel um seine Axe: doch ohne weitern Druck, als den das Gewicht des Spiegels giebt, den er ganz leicht zwischen den Fingern hält. So fährt er etwa zwo Minuten fort, verändert dabey immer seine Stellung gegen den Block, worauf die Polirscheibe fest ist, und führt die Kreise mit immer vergrößertem Durchmesser so weit, bis der Rand des Spiegels etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinausgeht. Hiebey wird nun die stärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöfneten Kreise des Streichens hervorgebracht. Die Probe macht Mudge dadurch, daß er den Spiegel in das Teleskop, für das er bestimmt ist, stellet, mit dem andern Spiegel verbindet, und dadurch einen nicht sehr entfernten Gegenstand auf eine gewisse vorgeschriebene Art betrachtet.

Er versichert, daß diese Methode durch lange Erfahrung bewährt sey, und daß er wichtige Gründe habe, sie mit Shorts nicht öffentlich bekannt gewordenem Verfahren für einerley zu halten. Seine Vorschriften sind auf

Spiegel von 4 Zoll Durchmesser eingerichtet, doch lassen sie sich auch auf etwas größere anwenden.

Die neuern Metallspiegel des Herrn Herschel übertreffen an Größe und Vollkommenheit alles, was man jemals von optischen Werkzeugen zu erwarten gewagt hat. Der gröste Spiegel, von dem Herr Bode im astronomischen Jahrbuche für 1790 aus einem Schreiben des Herrn Grafen von Brühl Nachricht giebt, gehört zu einem Teleskop von 40 Fuß Länge und 4 Fuß Durchmesser, und das Gewicht des Spiegels betrug nach dem Schleifen und Poliren noch 1035 Pfund. Die Gestalt der Fläche muß sehr genau parabolisch seyn, weil ein Kugelspiegel von dieser Größe und Brennweite die Vollkommenheit nicht gewähren könnte, die man von diesem bewundernswürdigen Instrumente rühmt. Wer nur einigermassen Begriffe vom Schleifen und Poliren der Spiegel hat, wird sich die unbeschreibliche Mühe und Sorgfalt, die auf dessen Verfertigung gewendet seyn muß, vorstellen können. Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal (Beyträge zu den neusten astronomischen Entdeckungen. Berlin, 1788. 8.) beschreibt ein kleineres Teleskop, das er von Herrn Herschel selbst erhalten hat. Im größern Spiegel desselben hält der Durchmesser der polirten Fläche 6¼ Zoll, die Brennweite, oder vielmehr der Abstand vom kleinen Spiegel, wenn das Instrument auf Fixsterne gerichtet ist, beträgt 6 Fuß 10 Zoll, und die parabolische Gestalt ist so vollkommen, daß man die ganze polirte Fläche ohne Blendung gebrauchen kan, ohne daß dadurch eine Abweichung entsteht — ein Vorzug, den man selbst bey den besten Shortischen Spiegeln vermisset. Von den Mitteln, die Herr Herschel zu Erhaltung dieser vollkommnen Gestalt anwendet, ist mir noch nichts umständliches bekannt.

Priestley Geschichte der Optik durch Klügel. S. 9. 168. 174. 523.

Smith Vollst. Lehrbegrif der Optik durch Kästner. S. 287.

Sammlungen zur Physik u. Naturg. I B. 5. St. Leipzig, 1779. gr. 8. S. 584.

Magazin für das Neuste aus der Physik, fortges. v. Voigt, V. B. 4. St. Gotha, 1789. 8. S. 72.

Parallaxe, Parallaxis, *Parallaxe.* Im weitläuftigsten Sinne heißt Parallaxe der Unterschied oder Abstand zweener optischen Orte eines Gegenstands, der aus zween verschiedenen Ständen gesehen wird. So ist Taf. XVIII. Fig. 65. a b die Parallaxe des Punkts C auf der Fläche D E, wenn er aus A und B betrachtet wird, s. Ort, optischer. Das griechische Wort (παραλλαξις) bedeutet Veränderung, Verrücken oder Verschieben. Die Stelle des Punkts C verschiebt sich durch a b, wenn man den Gesichtspunkt von A nach B verlegt. Dies ist der allgemeine optische Begrif von Parallaxe.

In der Astronomie wendet man diesen Begrif so an. Ein Gestirn kan aus unzählbaren Orten der Erde betrachtet, und aus jedem an einer andern Stelle der Himmelskugel gesehen werden. Für jede zween Beobachtungsorte gäbe es also einen Unterschied der optischen Orte, oder eine Parallaxe. Der Astronom aber versetzt den einen Zuschauer in den Mittelpunkt der Erde, weil dies ein und derselbe Punkt für alle Erdbewohner ist, stellt sich den Ort, wo dieser das Gestirn sieht, als den **wahren Ort** desselben, und den, wo es ein Beobachter auf der Oberfläche sieht, als den **scheinbaren Ort** vor, und nennt den Unterschied zwischen beyden die **Parallaxe**, auch die **tägliche Parallaxe**.

So wird Taf. XVIII. Fig. 67. das Gestirn P aus dem Mittelpunkte der Erde T in b, aus A auf der Oberfläche in h gesehen, und h b ist seine Parallaxe. Des wahren Orts b Abstand vom Scheitel Z ist Z b, oder der Winkel Z T b, des scheinbaren Orts Abstand Z h, oder der Winkel Z A h; beyder Unterschied ist h b, oder Z A h — Z T b = A P T, daher auch der Winkel P die **Parallaxe** oder der **parallaktische Winkel** heißt. Dies ist der Winkel, den die beyden Gesichtslinien T P und A P am Gestirne P mit einander bilden.

Steht hiebey das Gestirn eben im scheinbaren Horizont h r des Beobachtungsorts A, wie der Fall in der Figur angenommen ist, so heißt dieser Winkel P die **Horizontalparallaxe** (parallaxis horizontalis) desselben. Diese Ho-

rizontalparallaxe ist offenbar ebenderselbe Winkel, unter welchem der Halbmesser der Erde TA erscheint, wenn man ihn aus P nach der Linie PA senkrecht betrachtet, oder: **Die doppelte Horizontalparallaxe ist gleich dem scheinbaren Durchmesser der Erde, aus dem Gestirn betrachtet.**

Gesetzt, die Horizontalparallaxe des Gestirns P sey bekannt, so ist die Entfernung desselben vom Mittelpunkte der Erde PT leicht zu finden. Denn da im rechtwinklichten Dreyecke PTA (den Sinustotus = 1 genommen)

$$\sin P : AT = 1 : PT$$

so hat man $PT = \frac{1}{\sin P} \cdot AT = \operatorname{cosec} P. AT.$

Oder: Die Cosecante der Horizontalparallaxe (auch: Der Sinustotus durch den Sinus der Horizontalparallaxe dividirt) giebt den Abstand des Gestirns vom Mittelpunkte der Erde, in Erdhalbmessern ausgedrückt.

Ex. 1. Man hat zu einer gewissen Zeit des Monds Horizontalparallaxe = 1 Grad gefunden. Von 1° ist die Cosecante nach den Tafeln (oder die Secante von 89°) = 57,2986885, d. i. nahe an 57,3. Soviel Erdhalbmesser stand damals der Mond vom Mittelpunkte der Erde ab.

Für kleine Winkel (wo die Tafeln die Cosecanten nicht genau geben) kan man annehmen, ihre Sinus verhielten sich, wie die Winkel selbst, oder wie die Bogen, die ihnen zugehören. Anstatt also den Sinustotus durch sin P zu dividiren, dividire man lieber den Bogen, der dem Sinustotus gleich ist ($57° 17' 44'' 48''' .. = 206264,8''$) durch P selbst. So käme für den Mond die Entfernung $= \frac{206264,8}{3600} = 57,2957 \ldots$ Erdhalbmesser (nur um $\frac{1}{7000}$ zu klein).

Ex. 2. Man hat die Horizontalparallaxe der Sonne $8\frac{1}{2}$ Secunde gefunden. So ist $\frac{206264,8}{8,5} = 24266$. Also die Sonne um soviel Erdhalbmesser von der Erde entfernt.

So giebt uns die Parallaxe ein Mittel, Entfernungen zu messen, deren Bestimmung dem ersten Anscheine

nach unsere Kräfte ganz zu übersteigen schien. Es wird daher nicht überflüßig seyn, noch etwas von der Erfindung der Parallaxe selbst beyzufügen.

Wenn sich da Gestirn P um die Erde bewegt, oder auch nur zu bewege scheint (wie alle Gestirne bey der täglichen Umdrehung), so ist es bey p im wahren, bey P im scheinbaren Horizonte des Orts A, s. Horizont. Diese beyden Horizonte sind also in Absicht auf dieses Gestirn um den Bogen Pp von einander entfernt, welcher das Maaß des Winkels PTp ist. Weil aber beyde Horizonte hr und HR parallel sind, so sind die Wechselswinkel PTp und TPA gleich; daher ist der Bogen, um den beyde Horizonte aus einander liegen, auch das Maaß von TPA, oder von der Horizontalparallaxe. So rechtfertigt sich, was man beym Worte Horizont (Th. II. S. 649.) findet, daß der Bogen, um welchen beyde Horizonte abstehen, den Namen der Horizontalparallaxe führe. Man muß nur P nach Hhb selbst versetzen, weil ich dort nicht von einem Gestirn, sondern von Stellen der scheinbaren Himmelskugel selbst redete.

Nun ist es durch unzählbare und äusserst genaue Beobachtungen bestätiget, daß (wenn man die Wirkungen der Stralenbrechung abrechnet) jeder Fixstern, sobald er bey der täglichen Umdrehung in den wahren Horizont HR gelangt, in ebendemselben Augenblicke auch im scheinbaren Horizonte hr erscheine. Man schließt hieraus, daß in Absicht der Fixsterne gar keine Parallaxe statt finde. Wäre eine vorhanden, so müßten Fixsterne, die im Aequator stehen, länger unter dem Horizonte, als über demselben seyn, weil der scheinbare Horizont einen größern Theil der Kreise um T unter sich, als über sich hat. Es müssen sich auch die Lagen der Fixsterne gegen einander sebst ändern, wenn man sie aus verschiedenen Stellen der Erde betrachtete u. s. w. Von allem diesen bemerkt man nichts an den Fixsternen. Ich brauche hierüber nicht weitläuftig zu seyn, da der folgende Artikel: Parallaxe der Erdbahn jeden Gedanken der Möglichkeit einer täglichen Parallaxe der Fixsterne vertilgen wird.

Für diese Sterne also ist die Horizontalparallaxe = 0, mithin ihre Entfernung von uns im buchstäblichsten Sinne des Worts unermeßlich, wenigstens durch die Parallaxe nicht ermeßlich. Die Gesichtslinien von den Punkten der Erdfläche nach einem Fixsterne zeigen keinen merklichen Unterschied der Richtung, oder laufen dem Anscheine nach mit einander **parallel**, und der Durchmesser der Erdkugel hat, aus einem Fixsterne betrachtet, keine Größe mehr, sondern erscheint als ein Punkt.]

Da nun doch die Wölbung des Himmels noch hinter den Fixsternen zu liegen scheint, so ist in der Figur der Kreis H h b Z r R unendlich erweitert anzunehmen. Dann aber ist sein Mittelpunkt eben sowohl in P, als in T, und der Winkel bey P wird nun auch durch den Bogen h b gemessen. Daher sieht man, daß es ganz gleichgültig sey, ob man für die tägliche Parallaxe den Winkel P, wie wir in den bisherigen Schlüßen gethan haben, oder den Bogen h b, nach der allgemeinen optischen Bedeutung des Worts, annehmen will.

Man bemerkt also die Parallaxe nur bey Sonne, Mond, Planeten, Kometen ꝛc., und es ist noch übrig, daß ich die Möglichkeit, ihre Größe zu bestimmen, mit wenigem begreiflich mache.

Wenn sich das Gestirn P über den Horizont des Orts A erhebt, und nach K gelangt, so wird seine Parallaxe K kleiner, als die Horizontalparallaxe P; und sie verschwindet gänzlich, wenn das Gestirn nach Z ins Zenith von A kömmt, wo es von T sowohl, als von A, nach der Linie T A z, und also in Z gesehen wird. Die Parallaxen in den verschiedenen Stellen zwischen P und z heissen **Höhenparallaxen**. Für jede von ihnen ist $\sin K : \sin ZAK = AT : TK = \sin P : \sin tot.$, wie die Betrachtung der Dreyecke KAT und PAT lehret, daher (für $\sin tot = 1$)

$$\sin K : \sin P = \sin ZAK : 1,$$

und weil sich kleine Winkel K und P selbst, wie ihre Sinus, verhalten, $K : P = \sin ZAK : 1$, woraus

$$K = P . \sin ZAK$$

folgt, oder die **Höhenparallaxe gleich** gefunden wird dem

Producte der Horizontalparallaxe in den Sinus des Abstands vom Zenith ZAK.

Man setze nun (Taf. XVIII. Fig. 68 und 69.), zween Beobachter auf der Erdkugel in B und C, aber unter einerley Mittagskreise BC, sehen zugleich einen Fixstern L und einen Planeten M, beyde in diesem Mittagskreise. Die Gesichtslinien nach dem Fixsterne BL und Cl werden parallel seyn, die nach dem Planeten werden gegen M zusammenlaufen. Jeder Beobachter mißt des Planeten Abstand vom Fixsterne MBL = β und MCl = γ. Der Winkel BMC ist alsdann = $\beta + \gamma$, wie die Parallele $\lambda\mu$ gleich übersehen läßt, weil sie BMC in zween Winkel theilt, die als Wechselswinkel den β und γ gleich sind. Wird der Planet von B und C aus auf einerley Seite des Fixsterns gesehen, wobey die Linien BL und Cl, wie die punktirten in der Figur gehen, so ist BMC dem Unterschiede zwischen β und γ gleich. Man hat also hieraus allemal den Winkel BMC.

Jeder Beobachter läßt aber auch zugleich den Abstand des Planeten von seinem Scheitelpunkte messen, nemlich bBM = b, und cCM = c (Fig. 69.). Alsdann sind o und x die Höhenparallaxen von M für die Orte B und C, und wenn man die Horizontalparallaxe = P nennt, so ist nach dem obigen

$$o = P. \sin b$$
$$x = P. \sin c$$

daher BMC oder $o + x = P. (\sin b + \sin c)$,

woraus $P = \frac{BMC}{\sin b + \sin c} = \frac{\beta + \gamma}{\sin b + \sin c}$ folgt.

Ex. Der Abt de la Caille beobachtete d. 6 Oct. 1751 auf dem Vorgebirge der guten Hofnung den Mars im Mittagskreise 25° 2′ vom Scheitel, seinen nordlichen Rand 26″,7 nordwärts von λ des Wassermanns; Wargentin in Stockholm fand ihn zu eben der Zeit 68° 14′ vom Zenith, und den nordlichen Rand 6″,6 südwärts vom Sterne. Hieraus folgt für diesen Augenblick die Horizontalparallaxe des Mars

$$\frac{26'',7 + 6'',6}{\sin 25° 2' + \sin 68° 14'} = \frac{33'',3}{1,3538470} = 24'',596.$$

Da die Stellen B und C weit aus einander seyn müssen, so werden veranstaltete Reisen und Verabredungen der Beobachter über die Nächte, da sie beobachten, und über die Fixsterne, die sie dabey wählen wollen, vorausgesetzt. Ferner müssen B und C fast unter einerley Mittagskreise der Erde liegen, damit die wegen des Unterschieds der Mittagskreise anzubringende Berichtigung keine merklichen Fehler gebe. So haben de la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hofnung und de la Lande in Berlin im Jahre 1751 übereinstimmende Beobachtungen für die Parallaxe des Monds angestellt (Mém. sur la parallaxe de la lune in den Mém. de Paris 1752. 1753. 1756.).

Noch mehrere Methoden, Parallaxen zu finden, lehrt de la Lande im neunten Buche seiner Astronomie. Zur Bestimmung der Sonnenparallaxe, welche sehr klein ist, dienen die Beobachtungen der Venus in der Sonne, s. Durchgänge durch die Sonnenscheibe. Beym Jupiter und Saturn ist schon die tägliche Parallaxe zur Beobachtung zu klein. Beym Monde muß man wegen seiner Nähe zugleich die sphäroidische Gestalt der Erde in Betrachtung ziehen.

Die tägliche Parallaxe vermindert die Höhen der Gestirne, deren scheinbarer Ort h (Taf. XVIII. Fig. 67.) etwas niedriger steht, als der wahre b. Dadurch ändern sich auch die Längen, Rectascensionen u. s. w. um kleine Bogen, die man Parallaxen der Länge, der Rectascension u. s. f. nennt.

Kästner Anfangsgr. der Astr. Dritte Aufl. Gött. 1781. 8. S. 95 u. f.

Bode Kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, Th. I. §. 226 u. f.

Parallaxe der Erdbahn, jährliche Parallaxe, Parallaxis orbis annui, Prostaphaeresis orbis, *Parallaxe de l'orbite, Parallaxe absolue.* Der Unterschied der optischen Orte eines Gestirns, wenn es aus zween verschiednen Stellen der Erdbahn, oder wie bey den Planeten angenommen wird, aus der Sonne und einer Stelle der Erdbahn betrachtet wird. Statt des Mittelpunkts der Erde, wie bey der täglichen Parallaxe, wird hier die Sonne, und statt

eines Orts der Erdfläche ein Punkt der Erdbahn genommen. Die jährliche Parallaxe ist also der Unterschied des heliocentrischen und geocentrischen Orts, s. Heliocentrisch, Geocentrisch.

Taf. XVIII. Fig. 70. sey in S die Sonne, ♈ T ♎ m die Erdbahn und die Erde in T, ein Planet stehe in M, so wird er von der Sonne nach SM, von der Erde nach TM gesehen, und eigentlich ist der Winkel TMS die Parallaxe der Erdbahn. Es ist aber bey der Planetentheorie gewöhnlich, den Ort des Planeten M durch ein auf die Ebne der Erdbahn gefälltes Loth MN auf die Ekliptik zu reduciren, wo nun die Linie SN m dessen heliocentrische, TN μ die geocentrische Länge bestimmt, und dem gemäß nennt man den Unterschied dieser beyden Längen oder den Winkel TNS die Parallaxe der Erdbahn.

Diese jährliche Parallaxe verursacht in der scheinbaren Bewegung der Planeten und Kometen die beträchtlichsten Veränderungen. Sie macht, daß uns ihr an sich ungleicher Lauf noch ungleicher erscheint, sie veranlaßt die scheinbaren Stillstände und Rückgänge derselben, da ihr Lauf aus der Sonne gesehen, stets rechtläufig seyn würde.

An den Fixsternen hingegen hat man bisher noch nicht die geringste Wirkung einer jährlichen Parallaxe entdecken können. Sie erscheinen der Erde aus ♎ eben so, wie aus ♈ (wenn man die Wirkung ihrer bekannten kleinen Bewegungen abrechnet), und die Gesichtslinien nach eben demselben Fixsterne ♈L, ♎L zeigen keine merkliche Convergenz, obgleich die Stellen ♈ und ♎ auf 24000 Erddurchmesser weit aus einander sind.

Sollte man eine Wirkung der jährlichen Parallaxe bey dem Fixsterne L bemerken, wobey z. B. die Gesichtslinie aus ♎ nach ♎λ gerichtet wäre, so müste die Breite des Sterns oder der Winkel der Gesichtslinie mit der Ebne der Ekliptik bey ♎ größer, als bey ♈, seyn, weil λ♎E größer ist, als L♈E. Das heißt: Der Fixstern müste eine größere Breite haben, wenn er der Sonne gegen über gesehen wird und um Mitternacht culminirt, eine kleinere, wenn er bey der Sonne erscheint.

Man hat, um dieses zu untersuchen, häufige Beobachtungen über die Abstände der culminirenden Sterne vom Scheitel angestellt, woraus sich ihre Stellen am Himmel am leichtesten bestimmen lassen. Tycho fand die gröste Höhe des Polarsterns in Uranienburg zu entgegengesetzten Jahrszeiten einerley (*Kepler* Epit. Astr. Copern. L. III. p. 493.), und schloß, daß die jährliche Parallaxe nicht merklich sey. Man brauchte dies als einen Einwurf gegen das kopernikanische System, weil man glaubte, es müsse sich eine Parallaxe zeigen, wenn sich die Erde wirklich bewegte. Hook, Flamstead und Jacob Cassini gaben sich hierüber viel Mühe, und nahmen wirklich kleine Veränderungen der Stellen der Fixsterne wahr, ohne doch darthun zu können, daß sie von der Parallaxe der Erdbahn herrührten. Horrebow glaubte aus Römers und seinen Beobachtungen eine jährliche Parallaxe von 30 Secunden herleiten zu können, und gründete darauf eine Vertheidigung des Copernikus (Copernicus triumphans. Hafn. 1727. 4.) aber Manfredi (Diss. de annuis inerrantium stellarum aberrationibus, Bonon. 1729. 4.) zeigte, daß diese Veränderungen gar nicht nach den Gesetzen erfolgten, nach welchen sich die jährliche Parallaxe darstellen müste. Zwar suchte noch der jüngere Horrebow (De parallaxi fixarum annua. Havn. 174 . 4 und in Act. Erud. Lips. 1748. p. 190.) seines Vaters Behauptungen zu vertheidigen: allein man wuste zu dieser Zeit schon durch Bradley's Entdeckungen, daß diese kleinen Veränderungen von einer scheinbaren jährlichen Bewegung herrühren, welche eine ganz andere Ursache hat, und den Sternen die gröste und kleinste Breite giebt, nicht wenn sie um Mittag oder Mitternacht culminiren, sondern wenn sie um 90° Länge von der Sonne abstehen, s. Abirrung des Lichts. Bey den genauen Beobachtungen dieser Bewegung müste man die Wirkung der Parallaxe bemerkt haben, wenn sie auch nur 2 Sec., oder für den Halbmesser der Erdbahn nur 1 Sec. betrüge. Man kan also sicher behaupten, daß sie gar nicht merklich sey.

Hieraus folgt nun die unermeßliche Weite der Fixsterne von uns, die so groß seyn muß, daß alle aus dem

ganzen Umfange der Erdbahn nach eben dem Fixsterne gezogne Linien parallel scheinen, und daß der ganze ungeheure Kreis der Erdbahn, aus dem nächsten Fixsterne betrachtet, in einen Punkt zusammen fällt. Um doch hierüber einige Rechnung zu führen, nehme man an, die Parallaxe SL♎ sey 1 Secunde, so wird nach der im vorigen Artikel gelehrten Berechnung des Fixsterns Entfernung von S = 206264,8 Halbmesser der Erdbahn, jeden zu 24000 Erdhalbmessern, betragen. Diese erstaunenswürdige Größe übertrift den Abstand des Uranus, oder den bekannten Halbmesser des Planetensystems, mehr als 10313mal. Und doch muß selbst der nächste Fixstern noch weiter, als um diese Größe, von der Sonne abstehen, weil er nicht einmal die vorausgesetzte Parallaxe von 1 Sec. zeiget.

Da der Halbmesser der Erdkugel nur den 24000sten Theil vom Halbmesser der Erdbahn ausmacht, so kan auch die tägliche Parallaxe der Fixsterne (s. den vorhergehenden Artikel) nur $\frac{1}{24000}$ der jährlichen, mithin noch nicht $\frac{1}{24000}$ einer Secunde betragen, und es fällt alle Möglichkeit, sich Wirkungen derselben zu gedenken, gänzlich hinweg.

de la Lande Astron. Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. §. 760 u. f. Bode Kurzgef. Erl. der Sternkunde, Th. II. §. 622.

Parallelkreise, Circuli paralleli, *Paralleles*. So nennt man in der Astronomie und Geographie Kreise, welche auf der Himmels- und Erdkugel mit dem Aequator parallel gezogen werden. Die Parallelkreise der Himmelskugel heissen auch Tagkreise, und es wird von ihnen bey diesem Worte gehandelt. Hier ist noch einiges von den Parallelkreisen der Erdkugel anzuführen.

Auf der Erdkugel kan durch jeden Ort, wie L (Taf. XVIII. Fig. 71.), ein kleinerer Kreis KLM mit dem Aequator AQ parallel gezogen werden. Dieser heißt der Parallelkreis oder Parallel von L. Alle Orte, die in ihm liegen, K, L, M ꝛc. haben einerley Abstand vom Aequator, oder einerley geographische Breite. Man sagt, diese Breite gehöre dem Parallelkreise zu, und nennt ihn den Par-

allel von dieser Breite. So liegt Leipzig unter dem Parallel von 51° 19′ 41″ nördlicher Breite.

Die Parallelkreise werden, wie alle Kreise, in Grade, Minuten, Secunden rc. getheilt. Weil sie aber kleinere Kreise der Sphäre sind, so sind auch ihre Grade kleiner, als die Grade der grösten Kreise, d. i. des Aequators AQ und der Meridiane PAp, PLp, PQp. Wenn der Halbmesser des grösten Kreises CM den Sinustotus vorstellet, so wird NM, der Halbmesser des Parallels, den Sinus von PM, d. i. den Cosinus von MQ, oder von der Breite des Parallels vorstellen, oder es ist

$$LM = \text{cos. Breite} \times CM.$$

Und, weil CM für alle Parallelen einerley bleibt, so verhalten sich ihre Halbmesser, mithin auch ihre Umkreise, Grade rc., wie die Cosinus der ihnen zugehörigen Breiten, und es ist

$$\text{Grad des Parallels} = \text{Grad des Merid.} \times \text{cos. Breite.}$$

Für den Parallel von Leipzig z. B. wird der Cosinus von 51° 19′ 41″ aus den Tafeln = 0,6248604 gefunden, mithin ist der Grad desselben nur 0,6248604 × 15 = 9,372906 geographische Meilen. Eben so ist die Rechnung für andere Parallelen. In dem von 60° Grad Breite ist der Grad nur halb so groß, als im grösten Kreise (weil $\cos 60° = \frac{1}{2}$), mithin nur $7\frac{1}{2}$ geogr. Meilen.

Eine Tafel über diese Größe der Parallelkreise und ihrer Grade findet sich in sehr vielen geographischen Lehrbüchern unter dem Namen Canonion Apiani. Nemlich **Peter Apian** oder Bienewitz (Cosmographicus liber. Ingolst. 1524. 4.) hatte sie mitgetheilt, und die Grade der Parallelen in Meilen und Sechszigtheilen oder Minuten der Meile angegeben. **Funk** (Anfangsgr. der mathem. Geographie, Leipz. 1771. 8. §. [illegible]4.) giebt eine in Meilen und deren Decimaltheilen.

Die Parallelkreise werden von allen Meridianen unter rechten Winkeln geschnitten. Ihre Richtung ist also auf die Mittagslinie senkrecht, und giebt im Horizonte Abend und Morgen an. Wenn man daher von L aus immer westwärts oder ostwärts fortgeht so bleibt man in demsel-

den Parallele, und umreiset die Erdkugel oder eigentlich den Pol P auf einem kürzern Wege, als im grösten Kreise.

Die Grade der Parallelen heissen sehr oft, besonders auf Landkarten, **Grade der Länge**: denn man kan den Unterschied der Längen von K und L, der eigentlich AD ist, (s. **Länge, geographische**) auch durch den Bogen KL ausdrücken, welcher, als ein ähnlicher Bogen, eben soviel Grade, aber kleinere, als AD, hat.

Die Wendekreise und Polarkreise sind auch Parallelen, jene von der Breite 23° 28′, diese von 66° 32′.

Kästner Anfangsgr. der math. Geographie. Dritte Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 40.

Parallelsphäre, s. Sphäre.

Parallelstralen, Radii paralleli, *Rayons paralleles.* Lichtstralen oder Gesichtslinien, welche mit einander parallel laufen, oder wenigstens keine merkliche Divergenz zeigen.

In den optischen Wissenschaften ist oft die Rede von Parallelstralen, die aus einerley Punkte kommen. Im strengsten Sinne kan es dergleichen nicht geben, weil gerade Linien aus einem Punkte S entweder ganz zusammenfallen, oder divergiren müssen, wie SA und SB (Taf. XVIII. Fig. 72.). Ist aber ihre Divergenz, oder der Winkel S sehr gering, so verhalten sich die Theile DA und EB, als Parallelstralen.

Da man einen Winkel von 1″ allezeit für unmerklich annehmen kan, und für S = 1″; SB = 206264 AB wird, so kan man Lichtstralen für parallel halten, wenn der Punkt, aus dem sie kommen, 206264 mal weiter entfernt ist, als die Stralen von einander selbst abstehen. So lassen sich alle Stralen für parallel annehmen, die von einem Punkte der Sonne auf eine Quadratmeile der Erdfläche fallen.

Paraselenen, s. Nebenmonden.

Parhelien, s. Nebensonnen.

Parkerische Maschine, Parkers Glasgeräthschaft zu Imprägnation des Wassers, Apparatus Par-

keri, *Appareil de Parker pour imprégnation de l'eau.* Ein Instrument zu Imprägnation des Wassers mit fixer Luft, wodurch sich also künstliche Sauerwasser bereiten lassen, s. Gesundbrunnen.

D. Seip (Beschreibung der Pyrmontischen Mineralbrunnen und Stahlwasser, Hannov. 1750. 8.) hatte schon behauptet, daß im Pyrmonter Wasser etwas den Dämpfen der Hundsgrotte ähnliches enthalten sey; so wie auch D. Brownrigg (Philos. Trans. Vol. LV. for 1765.) äussert, daß das elastische Wesen der Spaa- und Pyrmonterbrunnen mit den erstickenden Schwaden der Bergwerke übereinstimme, und Lane (Phil. Trans. Vol. LIX for the year 1769.), daß diese im Wasser gleichsam fixirte Luft das Eisen auflöslich mache. Als nun durch Blacks und Priestley's Entdeckungen die Natur der fixen Luft genauer bestimmt, und die Möglichkeit, sie mit dem Wasser zu verbinden, bekannt ward, dachte man auf Geräthschaften, wodurch sich eine Menge Wasser mit fixer Luft imprägniren, und ein künstliches Sauerwasser bereiten ließe. Priestley selbst (Versuche und Beob. über verschiedene Gatt. der Luft. II. Theil a. d. engl. Wien u. Leipz. 1779. gr. 8. S. 273 u. f.) gab hiezu die erste Methode an, wobey er eine mit fixer Luft gefüllte Blase, nebst einer gläsernen Flasche und Röhre gebraucht; er zieht aber selbst die Geräthschaft, welche nun beschrieben werden soll, der seinigen vor.

D. Nooth (Phil. Transact. for 1775. Vol. LXV. P. 1. no. 4. p. 59.) ist eigentlich der Erfinder dieser Vorrichtung, die aber wegen der von Parker angebrachten und von Priestley (Vers. u. Beob. Th. II. S. 291 u. f.) beschriebenen Verbesserungen den Namen der Parkerischen Maschine erhalten hat.

Diese Maschine besteht aus drey gläsernen in einander geschliffenen Gefäßen S, T, V, Taf. XVIII. Fig. 73. Das untere V hat einen weiten Hals, in welchen das untere Ende des zweyten Gefäßes eingeschliffen ist, und eine kleine Oefnung a mit einem Glasstöpsel. Das zweyte Gefäß T hat drey Oefnungen: in der obern weitern steckt das untere Ende des Gefäßes S, die Seitenöfnung b hat einen Glas-

stöpsel, und die untere ist mit V verbunden. Diese letztere Oefnung aber ist mit einer Klappe versehen, deren Theile bey c, d, e, Fig. 74. etwas größer vorgestellt sind. Das Stück c ist ein mit feinen Canälen durchbohrter, und in die Oefnung von T eingeschliffener Glascylinder: e ist ein ähnlicher Cylinder, mit vielen Haarröhrgen durchbohrt und in eben diese Oefnung eingeschliffen, der aber über c steht: zwischen beyden bleibt ein kleiner Spielraum füt die planconvexe Linse d, deren ebne Fläche sich unterwärts kehrt, und also durchs Auflegen die Canäle im Theile c verschließt. So sieht man leicht, daß diese Klappe ein elastisches Fluidum zwar aus V nach T, aber nicht wieder aus T nach V zurückgehen läßt. Das dritte Gefäß S endigt sich unten in eine umgebogne Glasröhre, die in das Gefäß T hineingeht. Die obere Oefnung desselben hat einen Glasstöpsel, dessen Seitenfläche ein wenig von der cylindrischen Gestalt abweicht, damit er durch eine sehr geringe Gewalt von innen heraus könne gehoben werden.

Man schüttet in das unterste Gefäß dieser Geräthschaft gestoßnen Marmor, Kalkstein, Kreide u. dgl. und gießt darüber verdünntes Vitriolöl in dem zur Entbindung der fixen Luft nöthigen Verhältniße, füllt das mittlere Gefäß mit Wasser, und setzt den ganzen Apparat, wie bey Fig. 73., zusammen. Die aus den Materien in V entbundene fixe Luft geht nun durch die Klappe nach T über, und steigt in den obern Theil dieses Gefäßes auf. Weil aber dasselbe ganz mit Wasser gefüllt ist, so treibt der Druck dieser fixen Luft das Wasser durch die gebogne Glasröhre in das leere Gefäß S. Das in T zurückbleibende Wasser ist in Berührung mit der fixen Luft, welche auch beständig durch dasselbe hindurchgeht. Es wird dadurch nach und nach mit dieser Materie imprägnirt, und kan durch die Oefnung b abgelassen werden, in welchem Falle das nach S getriebne Wasser wieder in das Gefäß T zurückläuft. Man beschleunigt die Imprägnation durch Schütteln der ganzen Geräthschaft, wobey die fixe Luft das Wasser mit einer größern Fläche berührt. Die Operation wird auch durch den Druck der ins Gefäß S aufgestiegnen Wassersäule befördert,

weil stärkerer Druck jeder Imprägnation vortheilhaft ist. Man könnte diesen Druck noch mehr verstärken, wenn man oben statt des Stöpsels eine Klappe anbrächte, die sich nicht eher, als bis der Druck zu stark würde, dann aber auch augenblicklich, öfnete, wie man solche Vorrichtungen bey den Dampfmaschinen hat. So oft man imprägnirtes Wasser durch b abläßt, wird eben so viel frisches Wasser in S wieder aufgegossen. Die Oefnung a dient, um frische Materialien in das Gefäß V zu bringen, oder dieselben während der Operation, wenn es nöthig ist, umzurühren. Das Gefäß V kan etwa 3—5 Pfund, das mittlere T etwas über 5 Pfund Wasser halten.

Man kan durch eben diese Geräthschaft auch Milch und andere Liquoren mit fixer Luft, ingleichen Wasser mit andern Luftarten, deren Entbindung keinen großen Grad der Hitze erfordert, imprägniren. Durch Imprägnation mit fixer Luft erhält das Wasser den säuerlichen Geschmack der Sauerbrunnen, und die Kraft, etwas Eisen aufzulösen, wird auch erfrischender, und dem besten Brunnenwasser ähnlich.

Andere Vorrichtungen zu dieser und ähnlichen Absichten haben nachher **Bergmann** (De aquis artific. frigidis §. XVII. in Opusc. phys. et chem. Vol. I. p. 214.), **Magellan** (Beschreibung eines Glasgeräths u. s. w. aus d. engl. durch **Wenzel**, Dresden, 1780. 8.), **Withering** (in **Priestley's** Vers. und Beob. über versch. Gegenst. der Naturlehre, II. B. Wien u. Leipz. 1782. 8.) angegeben. Um die Abbildungen nicht zu häufen, führe ich hierüber blos diese Schriften an, zumal da dieser Artikel seiner Ueberschrift nach blos der Parkerischen, zur Absicht völlig hinreichenden, Geräthschaft gehört.

Wie man die Verbindung der Luftsäure mit dem Wasser, statt des Schüttelns, durch einen Wirbel befördern könne, zeigt Herr **Wilke** (Neue schwed. Abhdl. für 1785. B. 4. und in **Crells** chemischen Annalen, Jahr 1785. B. I. S. 70.).

Tib. Cavallo Abhdl. über die Eigenschaften der Luft und der übr. beständig elast. Mat. aus dem engl. Leipzig, 1782. 8.

Passatwinde, Mussons, Venti anniversarii, *Moussons*, engl. Trade-winds, Monsoons. Winde, welche eine Zeit des Jahres hindurch nach einer gewissen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengesetzten wehen. Sie sind besonders häufig in verschiedenen Gegenden des indischen Meeres.

Zwischen Madagascar und den afrikanischen Küsten wehet der Südostwind vom October bis zum May, aber den übrigen Theil des Jahres hindurch der Westwind. Zwischen Ajan, Arabien und Malabar und im bengalischen Meerbusen bis gegen die Linie herab, herrscht vom April bis zum October ein heftiger Südwestwind mit schwarzen Wolken, Regen und Sturm, aber die übrigen sechs Monate ist der Himmel klar und ein gelinder Nordost. Zwischen Madagascar, Java und Sumatra von 2°—10° südl. Breite bläset der Südostwind vom May bis zum October, aber den Rest des Jahres durch ist der Wind Nordwest. Von Sumatra längst der chinesischen Küste geht der Nord-nordost im October und die folgenden sechs Monate, aber den übrigen Theil des Jahres Süd-süd-west. Zwischen Java, Timor, Neuholland und Neuguinea theilt sich der Wind das erste halbe Jahr nach Nord und Nordwest, aber vom April an geht er aus Südost.

Man bemerkt aber dergleichen auch in andern Meeren. Bey der Küste von Brasilien ist der Wind vom April bis zum September Südwest, aber hernach Nordost. Von Carthagena bis Portobello bläset der Nordostwind einen Theil des Novembers und die folgenden Monate bis zur Mitte des Mays; diese Jahrszeit wird für Sommer gehalten, und die herrschenden Winde heissen Bizes. Alsdann folgt Südwestwind, der sich aber nur bis 12 oder 12½ Grad Breite erstreckt.

Wenn die Passatwinde umwechseln, ist die Luft an einigen Orten gleichsam unentschlossen, wohin sie sich wenden soll, wobey sich gern Regen, Donnerwetter und Stürme einfinden; an andern Stellen aber geht sie geschwind in die entgegengesetzte Richtung über.

Zu dieser Art von Winden scheinen auch diejenigen zu gehören, deren die Alten unter dem Namen der Etesien erwähnen. Sie weheten in Griechenland nach der Zeit der Sommersonnenwende den Tag über aus Norden, und kühlten die Hitze der Hundstage. Dagegen herrschte im Winter ein gelinder und nicht so anhaltender Wind aus Süden, unter dem Namen der **Chelidonien** oder **Ornithyien**.

Die meisten Nachrichten von den Passatwinden hat aus den Berichten der Ostindienfahrer und der ältern Geographen, **Halley** (An historical account of the tradewinds and monsoons observable in the seas between and near the tropiks in den Philos. Trans. num. 183. p. 153.) gesammlet. Man findet eben diese Nachrichten und noch mehrere dabey beym **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2570 sqq.), der sie Motiones nennt, vielleicht, um den Ursprung des niederdeutschen Namens **Monsoons** dadurch anzudeuten. Am vollständigsten handlet von den Passatwinden des indischen Meeres eine Schrift von Capitän **Forrest** (A treatise on the Monsoons in East-India. Lond. 1784. 8.).

Die Ursachen dieser Winde sind noch nicht gänzlich entwickelt. Da sie nach den Jahrszeiten abwechseln, so sieht man leicht, daß die Stellung der Sonne und der Wechsel der Wärme und Kälte in den Luftschichten der an das indische Meer grenzenden Länder rc. daran vorzüglichen Antheil haben müsse. Hiezu kan nun die Beschaffenheit des Bodens, die Lage der Gebirge, das Zerschmelzen des Schnees u. dgl. vieles beytragen. **Halley** hat sich sehr bemühet, aus diesen Ursachen die besondern Umstände der Beobachtungen zu erklären. Nach ihm verursacht die Erwärmung der Luft in Arabien, Persien und Indien vom April bis zum September einen Wind, der dem allgemeinen in diesen Gegenden herrschenden Nordost entgegengesetzt ist, also einen Südwestwind; dagegen der Nordost im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge im Lande noch mehr verstärkt wird. Da aber eben diese Winde im äthiopischen Meere unter gleicher Breite von eben denselben Ur-

sachen nicht entstehen, so müssen noch andere in der eignen Beschaffenheit jener Länder liegende Umstände mitwirken.

Torb. Bergmann Physical. Beschreibung der Erdkugel, a. d. schwed. von Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. B. II. S. 94 u. f.

Pendel, Pendul, Pendulum, Funependulum, *Pendule*. Wenn ein schweerer Körper M (Taf. XVIII. Fig. 75.) vermittelst eines Fadens oder einer geradlinigten Stange CM, von dem unbeweglichen Punkte C herabhängt, so wird er ruhig hängen, so lang der Faden in der verticalen Lage CA bleibt. Bringt man ihn aber in die Lage CM, so zieht ihn die Schwere nach MF, da ihn der Faden nach der Richtung MC zurückhält. Weil hier beyde Kräfte nicht gerade entgegengesetzt sind, so erfolgt Bewegung im Bogen MA, weil M sich nicht anders, als im Kreise um C, bewegen kan. Der Körper langt also in A mit einer Geschwindigkeit an, die ihn weiter durch den Bogen AN fortführt, bis er in N wieder in eine gleiche Höhe mit M, oder in die horizontale Sehne MN gelangt. Hier ist die Geschwindigkeit, die ihm der Fall durch MA mitgetheilt hatte, durch die Gegenwirkung der Schwere wieder vernichtet; der Körper muß wieder von N nach A zurückfallen, und hier aus eben den Gründen wieder bis M aufsteigen u. s. w. Diese Bewegung von M nach N, und zurück, wird der Körper unaufhörlich fortsetzen, wenn nicht äussere Hinderniße entgegenstehen. Sie heißt die **Schwungbewegung** (motus oscillatorius); ein Hingang durch MAN und ein Rückgang durch NAM zusammen ein **Schwung** (oscillatio); der feste Punkt C der **Aufhängungspunkt** (punctum s. centrum suspensionis); und der Faden CM mit dem Körper M selbst ein **Pendel**.

Wenn man den Faden CM als eine Linie ohne Schwere, und die ganze Schwere des Körpers im Punkte M versammlet annehmen darf, so heißt CM ein **einfaches Pendel**. Kan man dies nicht, z. B. wenn an mehrern Stellen des Fadens schwere Körper hängen, oder wenn CM eine an allen ihren Stellen schwere Stange ist, so hat man ein **zusammengesetztes Pendel**. In jedem zusammen-

gesetzten Pendel aber giebt es einen Punkt, in welchem die ganze Masse desselben versammlet, nach eben den Gesetzen schwingen würde, nach welchen sie im zusammengesetzten Pendel selbst schwingt, s. Mittelpunkt des Schwunges. Man kan also jedes zusammengesetzte Pendel als ein einfaches betrachten, dessen Länge vom Aufhängungspunkte bis zum Mittelpunkte des Schwunges reicht, wodurch die ganze Theorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführt wird.

Ich werde hievon das nöthigste in der Ordnung beybringen, daß ich zuerst die Gesetze der Schwungbewegung oder des einfachen Pendels nebst einer kurzen Nachricht von ihrer Erfindung vortrage, dann ihre Anwendungen auf das Zeitmaaß und auf die Bestimmung der Schwere erläutere, und endlich mit einigen Nachrichten von den Hindernißen der Gleichförmigkeit bey Schwungbewegungen und von den rostförmigen Pendeln beschließe.

Gesetze der Pendel.

Die Bewegung der Pendel folgt den Gesetzen des Falles auf vorgeschriebenen Wegen. Denn es ist völlig einerley, ob M in einem ausgehölten Canale MAN durch die Festigkeit der Wände, oder ob es im Kreisbogen MAN durch die Festigkeit des Fadens CM erhalten wird.

Bey dem Worte: Fall der Körper ist auch der Fall auf vorgeschriebenen Wegen betrachtet, und (Th. II. S. 126.) gefunden worden, daß hiebey die Geschwindigkeit des fallenden Körpers an jeder Stelle derjenigen Geschwindigkeit gleich sey, welche der lothrechten Höhe seines Falles zugehört. Daher wird auch beym Pendel, wo der Fall des Körpers M in dem vorgeschriebnen Kreisbogen MAN erfolgt, die Geschwindigkeit von M an jeder Stelle diejenige seyn, welche der lothrechten Höhe vom Anfangspunkte des Falles bis an diese Stelle zugehört. In A z. B. wird der Körper soviel Geschwindigkeit haben, als ihm der freye Fall durch GA geben könnte: in

N ist seine Geschwindigkeit = 0, d. i. er hört hier auf, weiter fortzugehen.

Ferner ist (Th. II. S. 130) beygebracht, daß ein schwerer Körper durch den Bogen MA eines Kreises vom Durchmesser = a in einer Zeit falle, welche durch das Product einer dort angegebnen unendlichen Reihe in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ ausgedrückt wird: daß sich aber für einen unendlich kleinen Bogen diese Reihe in 1 verwandle, also die Zeit des Falles selbst

$$\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} \text{ Sec.}$$

werde, und sich zur Zeit des freyen Falles durch den lothrechten Durchmesser a, wie $\frac{1}{4}\pi : 1$, oder fast, wie 785 : 1000 verhalte.

Nun nenne man des Pendels Länge CA = b, so gehört der Bogen MA einem Kreise vom Halbmesser b, d. i. vom Durchmesser 2 b zu. Schwingt also dieses Pendel in unendlich kleinen Bogen hin und her, so wird die Dauer seines Falles durch einen solchen Bogen sich zur Dauer des freyen Falles durch 2 b verhalten, wie $\frac{1}{4}\pi : 1$; und da ein ganzer Schwung aus vier Gängen durch MA, AN, NA, AM besteht, so verhält sich die Dauer eines unendlich kleinen ganzen Schwunges zur Dauer des freyen Falls durch die doppelte Länge des Pendels (2b) wie $\pi : 1$, oder, wie der Umkreis zum Durchmesser.

Sind die Bogen MA und AN von einer merklichen Größe, so ist die Dauer des Schwunges allerdings größer, und zwar desto mehr, je größer die Bogen sind. Denn die unendliche Reihe

$$1 + \frac{1}{4}\frac{AG}{a} + \frac{9}{64}\frac{AG^2}{a^2} \ldots\ldots \text{(wobey } a = 2b\text{)}$$

durch deren Summe alsdann die Dauer des kleinsten Schwunges noch zu multipliciren ist, wird desto größer, je mehr AG, der Queersinus des Bogens MA, wächst. Wä-

re M A ein Bogen von 1 Grad, dessen Queersinus (für sin. tot = 1) nach den Tafeln = 0,0001523 ist, so würde die Summe dieser Reihe = 1,000019, und also der Schwung fast um $\frac{1}{50000}$ seiner Dauer länger seyn. Und für M A = 2° macht der Ueberschuß fast $\frac{4}{50000}$, für 5° schon $\frac{1}{2000}$ der ganzen Dauer des Schwunges aus. Man sieht aber doch aus diesem Ueberschlage, daß die Unterschiede sehr klein bleiben, wenn man die Pendel in sehr kleinen Bogen schwingen läst, daher man diesen schönen Satz der höhern Mechanik gar wohl auf **sehr kleine** Bogen anwenden kan, ob er gleich in der grösten Strenge nur bey unendlich kleinen Bogen wahr ist.

Sollten alle Schwünge, so groß oder klein auch M A seyn möchte, von völlig gleicher Dauer, oder tavtochronisch seyn, so müste M nicht im Kreisbogen, sondern im Bogen der tavtochronischen Linie, d. i. der Cykloide fallen. Wenn diese durch einen an einer geraden Linie hinrollenden Kreis vom Durchmesser = $\frac{1}{4}$ a (oder $\frac{1}{2}$ b) beschrieben ist, so fällt (nach Th. II. S. 131.) jeder schwere Körper durch jeden ihrer Bogen in gleicher Zeit, nemlich in der Zeit

$$\tfrac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\tfrac{1}{4}a}{g}} = \tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}\ \text{Sec.}$$

welche der obigen für den unendlich kleinen Bogen gleich ist, daher sich auch hier die ganzen Schwünge zur Dauer des freyen Falles durch a (oder durch 2 b), wie $\pi : 1$ verhalten. Hieraus folgt der Satz: **Die Schwünge in der Cykloide, so groß auch die Bogen seyn mögen, dauren allemal eben so lange, als unendlich kleine Schwünge eines Pendels, dessen Länge b der doppelte Durchmesser des Kreises wäre, der durch sein Rollen die Cykloide beschreibt.**

Dies stimmt auch mit dem überein, was die höhere Geometrie von der Cykloide lehrt, daß an ihr der Halbmesser der Krümmung bey A (Taf. XVIII. Fig. 76.) dem doppelten Durchmesser B A des beschreibenden Kreises gleich sey. Daher ist der unendlich kleine Kreisbogen c A (Taf. XVIII. Fig. 75.) zugleich ein Element der Cykloide, die der Kreis

vom Durchmesser $\frac{1}{2}$ CA erzeugen würde; und da bey der Cykloide der Fall durch alle Bogen gleich lange dauert, so muß er eben so lange dauren, als durch das Element oder den unendlich kleinen Kreisbogen eA.

Setzt man die obenerwähnte unendliche Reihe = S, und des Pendels Länge = b, so folgt aus dem obigen die allgemeine Formel

$$\text{Dauer eines Schwungs} = \pi S \sqrt{\frac{2b}{g}} \text{ Sec.}$$

wo für Bogen einer Cykloide, deren beschreibender Kreis $\frac{1}{2}$ b zum Durchmesser hat, und für unendlich kleine Kreisbogen S = 1 wird; überdies auch allemal S von gleicher Größe bleibt, so lang die Kreisbogen ähnlich sind, oder gleich viel Grade haben. Hieraus fließen nun noch folgende Gesetze.

Weil unter den Größen, die die Dauer des Schwunges bestimmen, nichts anzutreffen ist, was von der Masse oder dem Gewichte des Körpers M abhienge, so kömmt auf Masse und Gewicht hiebey nichts an, und Pendel von gleicher Länge schwingen in gleichen Zeiten, wenn auch ihre Gewichte ungleich sind (vorausgesetzt daß S gleich bleibe). Die physische Ursache hievon ist, wie beym freyen Falle der Körper, daß jeder Theil der Masse für sich schwingt, daher hundert oder tausend den Weg um nichts eher und später vollenden, als ein einziger.

Aendert sich die Länge des Pendels b, indem alles übrige gleich bleibt, so verhalten sich die Zeiten der Schwünge, wie $\sqrt{b}$, oder wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel, mithin die Längen der Pendel, wie die Quadratzahlen der Schwingungszeiten. Ein Pendel von 4 Fuß Länge schwingt in doppelt so langer Zeit, oder nur halb so schnell, als eines von 1 Fuß (wenn die Bogen ähnlich oder auch sehr klein sind).

Da in einerley Zeitraume desto mehr Schwünge geschehen, je kürzer die Dauer eines jeden ist, so verhalten sich auch die Längen der Pendel (unter übrigens gleichen Umständen), umgekehrt, wie die Quadrate der in gleicher Zeit zurückgelegten Schwingungsanzah-

len. Und die Schwingungsanzahlen in gleichen Zeiten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel. Macht ein Pendel 70 Schwünge, indem ein zweytes 60 macht, so verhalten sich die Längen des ersten und zweyten, wie 36 : 49.

Die ersten Anlagen zu dieser so wichtigen Lehre, und die Entdeckung der vier zuletzt angeführten Gesetze sind wir dem Galilei schuldig, der sie zugleich mit der Lehre vom freyen Falle der Körper (Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze) in der ersten Helfte des vorigen Jahrhunderts bekannt machte. Schon in seiner frühsten Jugend hatte er den Isochronismus der Schwünge bey einerley Pendel mit Bewunderung wahrgenommen, und dabey beobachtet, daß ungleiche Pendel in einerley Zeitraume Schwünge vollbrachten, deren Anzahlen sich umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Längen verhielten. Er hatte dadurch ein Mittel gefunden, die Höhen der Kirchengewölbe zu messen, indem er die Schwünge der von selbigen herabhängenden Lampen (welche sehr kleine Bogen beschreiben) zählte, und mit den gleichzeitigen Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich. Er verband nachher diese Erfahrungssätze mit seiner Theorie vom Falle der Körper, aus der sie als Folgerungen abfließen. Denn ungleiche Pendel, die ähnliche kleine Bogen beschreiben, sind ganz im Falle zweyer Gewichte, die auf gleich geneigten schiefen Ebnen rollen. Auf den letztern müsten sich nach Galilei Theorie die Zeiten des Falles, wie die Quadratwurzeln der Höhen, verhalten; bey den Pendeln aber verhielten sich die Höhen ähnlicher Bogen, wie ihre Halbmesser, oder wie die Längen der Pendel, woraus folgt, daß sich die Zeiten des Schwungs, wie die Quadratwurzeln aus diesen Längen, verhalten. Galilei sahe also, daß es auch hier nicht auf das Gewicht des Pendels ankomme, und bestritt den scholastischen Grundsatz, daß das Gewicht auf die Beschleunigung wirke, unter andern durch den Versuch mit Pendeln, die nicht schneller schwungen, ob man sie gleich mit mehr Gewicht beschwerte.

Durch Galilei und dessen Schüler ward also die Lehre vom Pendel in die Physik und Mechanik eingeführt, und von mehrern Geometern bearbeitet. Die wichtigsten Erweiterungen erhielt sie durch Huygens, der ihre Anwendung auf die Uhrwerke vom J. 1656 an zum Hauptgegenstande seiner Untersuchungen machte. Um eben die Zeit hatte Pascal neue Aufgaben über die Cykloide vorgelegt, womit sich Huygens ebenfalls beschäftigte, und die zwo merkwürdigen Eigenschaften dieser Curve fand, daß sie durch ihre Abwicklung wiederentsteht, und daß die Schwünge durch große und kleine Bogen in ihr gleich lange dauern. Endlich nahm auch Huygens die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges wieder vor, zu deren Bearbeitung ihn schon der P. Mersenne in jüngern Jahren aufgefordert hatte, und es gelang ihm, auch diese Lehre durch den allgemeinen Grundsatz der aufsteigenden Kräfte richtig zu entwickeln. Hieraus entstand nun die schöne Theorie und Anwendung der Pendel, die er nach einiger Zeit (Horologium oscillatorium. Paris. 1673. fol.) bekannt machte.

Newton (Princip. L. I. Sect. X. Prop. 46 sqq.) handlet vom Pendel in der grösten Allgemeinheit, mit Voraussetzung einer Schwere, die nicht nach Parallellinien, sondern nach einem festen Punkte wirkt. Er findet, daß alsdann die tavtochronische Linie eine Epicykloide sey. Im zweyten Buche gebraucht er Versuche mit dem Pendel zu Bestimmung des Widerstands der Mittel. Analytisch ist die Lehre vom Pendel und den tavtochronischen Linien in ihrer grösten Allgemeinheit von Euler im zweyten Buche seiner Mechanik abgehandlet worden.

Anwendung der Pendel auf das Zeitmaaß. Secundenpendel.

Schon Galilei bediente sich der gleich langen Schwingungen des Pendels zum Maaße der Zeit, und einige Astronomen, die ihm folgten, konnten dadurch etwas genauere Beobachtungen, als ihre Vorgänger, anstellen. Auch Riccioli und Grimaldi gebrauchten das Pendel auf diese

Art bey den Versuchen über den Fall der Körper (Th. II. S. 122.). Allein man muste die Bewegung des Pendels sehr oft wieder erneuren, weil sie der Widerstand der Luft beständig schwächet, und überdies fehlte es an einem bequemen Mittel, die Schwünge zu zählen.

Huygens, der eben so groß in der Mechanik, als in der Geometrie war, hatte den glücklichen Gedanken, das Pendel an die Uhren selbst anzubringen, wodurch beyden Schwierigkeiten zugleich abgeholfen ward. Der Trieb der Uhr erneuert unabläßig die Bewegung des Pendels, und die gleichen Schwünge des letztern erlauben der Uhr keinen andern, als einen gleichförmigen Gang, durch den sich die Schwünge von selbst zählen. Huygens Pendel ist eine eiserne Stange mit einem Gewichte, deren oberes Ende an eine Spindel mit zween stählernen Lappen oder Blättchen befestiget ist. Durch die Schwünge der Stange werden diese Lappen wechselsweise hin und her gewendet, und fallen zwischen die Zähne des letzten Uhrrades so ein, daß sie bey jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen lassen. Dieses Rad, mithin das ganze Uhrwerk, muß also eben so gleichförmig gehen, als das Pendel selbst. Ueberdies schlagen auch die Zähne, welche von dem Gewichte oder der Feder in der Uhr fortgetrieben werden, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dadurch dem Pendel selbst wieder soviel neue Bewegung mit, als es durch den Widerstand der Luft von Zeit zu Zeit verliert. Huygens machte diese wichtige Erfindung im Jahre 1656, und sie ist seitdem unter dem Namen der Pendeluhr allgemein bekannt, und für mancherley Absichten in den Wissenschaften und im bürgerlichen Leben höchst brauchbar geworden.

Er trieb aber seine Untersuchungen hierüber noch viel weiter. Da es kaum möglich ist, den Widerstand der Luft und das Reiben der Spindel so genau zu compensiren, daß die Schwünge nicht bisweilen größere oder kleinere Bogen beschreiben sollten, so fürchtete er, dies möchte der Gleichförmigkeit des Ganges hinderlich seyn. Seine Entdeckungen über die Cykloide lehrten ihn, die Größe der Bo-

gen werde gleichförmig seyn, wenn das Gewicht des Pendels Theile einer Cykloide beschriebe, und dies müße geschehen, wenn sich der Faden, der das Pendel hält, von einem cykloidalisch geformten Bleche abwickelte. Er schlug also vor, das Gewicht P (Taf. XVIII. Fig. 76.) am Faden CP zwischen den cykloidalischen Blechen CD, CE herabhängen zu lassen, damit sich der Faden beym Schwunge an diese Bleche anlege, und im Herabfallen davon abwickle. So wird der Weg des Gewichts MN die Evolute einer Cykloide, d. i. ein Theil ebenderselben Cykloide seyn, nach welcher CD und CE geformt sind.

Diese scharfsinnige Anwendung der höhern Geometrie ist dennoch für die Praxis unbrauchbar geblieben. Die Schwierigkeit, den Blechen eine genau cykloidalische Form zu geben, und die Steife der Fäden hindern die Vortheile, welche der Erfinder davon erwartete. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß sie ganz entbehrlich sind, wenn die Pendel so kleine Schwünge machen, wie an den jetzigen Pendeluhren beym Gebrauche des englischen Hackens.

Der Gang der Pendeluhren richtet sich nach der Dauer der Schwünge, und also nach der Länge der Pendelstange. Zwar ist diese Stange ein zusammengesetztes Pendel, das nicht gerade so, wie ein einfaches von gleicher Länge, oscillirt. Huygens aber gab in seinem Horologium oscillatorium zugleich die Methoden an, den Mittelpunkt des Schwunges zusammengesetzter Pendel zu finden. Weiß man aber den Mittelpunkt des Schwunges, so kan man die Pendelstange als ein einfaches Pendel betrachten, dessen Länge sich vom Aufhängungspunkte bis zu gedachtem Mittelpunkte erstreckte. Ist z. B. das Pendel eine dünne prismatische Stange von der Länge c, so steht der Mittelpunkt des Schwunges vom Aufhängungspunkte um $\frac{2}{3}$ c ab. Trägt diese Stange noch, wie gewöhnlich, nicht weit vom Ende eine Linse oder ein kleines Gewicht = p, dessen Punkte sich alle gleich entfernt vom Aufhängungspunkte annehmen lassen, und ist das Gewicht der Stange = q, so wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (\frac{1}{3} q + p) c^2$; das statische Mo-

ment = ($\frac{1}{2}$ q + p) c; mithin der Abstand des Mittelpunkts des Schwunges vom Aufhängungspunkte, oder die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels

$$b = \frac{\frac{1}{3}q + p}{\frac{1}{2}q + p} \cdot c$$

s. **Mittelpunkt des Schwunges, Moment.** Also läßt sich ein solches aus Stange und Linse zusammengesetztes Pendel als ein einfaches von der Länge b betrachten.

Ex. Es sey die Länge der Stange $c = 588$ Lin.; ihr Gewicht $q = 18$ Loth; der Linse Gewicht $p = 3$ Loth; so ist b $= \frac{6+3}{9+3} \cdot 588 = 441$ Lin. Diese Pendelstange schwingt eben so, wie ein einfaches Pendel von 441 Lin. Länge.

Schiebt man die Linse ein wenig aufwärts, so wird ihr Abstand vom Aufhängungspunkte, oder c in Absicht auf sie, kürzer, daher b kleiner, und das Pendel schwingt, wie ein kürzeres einfaches, d. i. schneller. Niederschiebung der Linse bewirkt das Gegentheil. So erhellet, warum man die Linse beweglich macht; und wie man durch ihre Verschiebung der Uhr einen geschwindern oder langsamern Gang giebt.

Soll ein solches Pendel Schwünge von bestimmter Zeitdauer verrichten, so muß b, oder die Länge des eben so geschwinden einfachen Pendels, eine bestimmte Größe haben. Soll ein halber Schwung, nemlich ein Hingang durch MN, oder ein Rückgang durch NM (welches Huygens einen ganzen Schwung nennt) gerade eine Secunde dauren, so heißt die dazu gehörige Länge b das Secundenpendel. Für selbiges ist die Dauer des ganzen Schwunges 2 Sec., daher (wenn die Bogen klein sind, oder wenn S = 1)

$$2 = \pi \sqrt{\frac{2b}{g}}, \text{ und } \frac{2g}{\pi^2} = b.$$

Hieraus folgt $g : b = \frac{1}{2}\pi^2 : 1$, oder: Der Raum g, durch den die schweren Körper in einer Secunde fallen, verhält sich zur Länge des Secundenpendels b, wie das halbe Qua-

drat des Umkreises zum Quadrate des Durchmessers (d. i. wie 4,9348022 . . . : 1, oder, wie 1 : 0,2026423. . . . .).

Man findet daher die Länge des Secundenpendels, wenn man den Fallraum in einer Secunde durch 0,2026423 . . . multiplicirt. Und umgekehrt giebt die Länge des Secundenpendels mit 4,9348022 multiplicirt den Fallraum in der Secunde.

Huygens (Horolog. Oscillat. P. IV. prop. 25.) giebt aus Versuchen die Länge das Secundenpendels so an, daß auf ihren dritten Theil 881 Sechstel der pariser Linie kommen. Die ganze Länge beträgt also 440½ Lin., oder 3 Fuß 0 Zoll 8½ Lin., welches in Decimaltheilen 3,059027 Fuß beträgt. Diese Zahl giebt, mit 4,9348022 . . multiplicirt, den Fallraum der Körper in der ersten Secunde = 15,09568 pariser Fuß.

Die gefundene Länge des Secundenpendels schlug Huygens, weil die Secunde der mittlern Sonnenzeit ein überall gleiches und von der Natur selbst bestimmtes Zeitmaaß ist, zum allgemeinen Fußmaaße vor. Er nannte daher ihren dritten Theil den Stundenfuß (pes horarius), und glaubte, man werde überall ein gleiches Maaß haben, oder alle andere Maaße leicht auf diesen allgemeinen Fuß bringen können, wenn man Pendel von bekannter Länge schwingen ließe, und ihre Schwünge in einem bestimmten Zeitraume zählte. Alsdann müste sich das Quadrat der Secundenzahl dieses Zeitraums, zum Quadrate der Schwingungsanzahl verhalten, wie ⅓ der Länge des Pendels zum Stundenfuße, woraus sich das Verhältniß des an jedem Orte üblichen Maaßes zu diesem allgemeinen Fuße ergäbe. Der pariser Fuß verhielte sich zu ihm, wie 864 : 881. Es ward aber bald nachher entdeckt, daß das Secundenpendel nicht an allen Orten der Erde gleich lang, mithin zwar ein natürliches, aber kein allgemeines Längenmaaß sey.

Herr von Mairan setzt die Länge des Secundenpendels in Paris aus vielen und sehr genauen Versuchen 3 Fuß 0 Zoll $8\frac{17}{30}$ Lin.; Richer 3 Fuß $8\frac{1}{?}$ Lin.

Bestimmung der Schwere durchs Pendel.

Die Schwere, als beschleunigende Kraft betrachtet, läßt sich nicht anders, als durch ihre Wirkungen, messen. Ihre Größe wird durch die Geschwindigkeit, die sie in einer bestimmten Zeit erzeugt, oder durch den Raum, durch den sie die Körper in dieser Zeit treibt, angegeben, s. Kraft, beschleunigende (Th. II. S. 800.). Triebe sie die Körper in eben der Zeit durch den doppelten, dreyfachen Raum, so würde man sie doppelt, dreymal so groß nennen. Ihre Größe verhält sich also, wie der ihr zugehörige Fallraum in einer Secunde Zeit, oder wie der Werth der Größe, die wir in allen unsern Formeln = g gesetzt haben.

Da nun $g : b = \frac{1}{2}\pi^2 : 1$, so findet zwischen der Größe des Fallraums und der Länge des Secundenpendels überall einerley Verhältniß statt. Findet man an zween Orten der Erde die Längen der Secundenpendel verschieden, so sind in ihnen auch die Fallräume in der ersten Secunde, mithin auch die Größen der Schwere verschieden. Und alsdann verhalten sich die Schweren, wie die Fallräume, und wie die Längen des Secundenpendels.

Richer's Entdeckung, s. Erdkugel (Th. II. S. 25.), lehrte im Jahre 1672, daß das Secundenpendel auf der Insel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer sey, als in Paris. Hieraus folgt, die Schwere sey in der Gegend des Aequators geringer, als in Europa, und zwar im Verhältniße von 352 : 351 (weil $1\frac{1}{4}$ Lin. den 352sten Theil der ganzen Länge des von Richer angenommenen pariser Secundenpendels ausmacht). Setzt man also die Schwere in unsern Gegenden, welche in der ersten Secunde durch 15,09568 pariser oder 15,625 rheinl. Fuß treibt, = 1, so ist die Schwere um den Aequator nach Richers Erfahrungen $\frac{351}{352} = 0,99715$.

So zeigt sich ein Mittel, die Schwere an verschiedenen Orten der Erde zu vergleichen. Weil die unmittelbare Messung der Länge des Secundenpendels viel Genauigkeit erfordert, so ist es bequemer, ein Pendel von einer gewissen Länge von einem Orte zum andern mit sich zu führen, und zu

zählen, wie viel Schwünge es an jedem Orte in einer gewissen Zeit, z. B. in einem Tage, einer Stunde u. s. w. verrichtet.

Nennt man diese Zeit = T, die Anzahl der halben Schwünge in ihr = n, so ist die Dauer eines halben Schwungs $= \frac{T}{n}$, und man hat aus den Formeln

$$\frac{T}{n} = \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{2b}{g}}, \text{ oder } n^2 = \frac{2gT^2}{\pi^2 b}$$

Wenn nun eben das Pendel an einem andern Orte, wo der Fallraum = G ist, in eben der Zeit N halbe Schwünge macht, so ist

$$N^2 = \frac{2GT^2}{\pi^2 b}$$

daher $G : g = N^2 : n^2$. Oder die Fallräume, d. i. die **Größen der Schwere an beyden Orten verhalten sich, wie die Quadrate der Schwingungsanzahlen.**

Ex. 1. Richers Pendeluhr hatte in Paris täglich 24. 60. 60 = 86400 Sec. geschlagen. In Cayenne gieng sie täglich um 2 Min. = 120 Sec. zu langsam, schlug also nur 86280mal. Hier ist N : n = 8640 : 8628 = 720 : 719, also die Schwere in Paris zur Schwere in Cayenne = $720^2 : 719^2$ = 360 : 359 oder wie 1 : 0,99722. Eben so verhalten sich auch die Längen des Secundenpendels an beyden Orten.

Ex. 2. Das Pendel des Herrn von Maupertuis schlug zu Pello in Lappland in einem Sterntage 86400mal; nach Paris zurückgebracht, gieng es 59,1 Sec. zu langsam, schlug also nur 86340,9mal. Hier ist N : n = 86400 : 86340,9 = 1,000685 : 1. Also die Schweren zu Pello und Paris, wie die Quadrate dieser Zahlen, d. i. wie 1,00137 : 1.

Seit Richer's Zeiten hat man häufige Versuche dieser Art gemacht; es fehlt aber den ältern von Halley, Deshayes, Feuillee, de l'Isle an gehöriger Genauigkeit. Die neuern weit zuverläßigern sind in folgenden Tabellen (Bode, Kenntniß der Erdkugel S. 85.) enthalten:

Pendellängen, durch unmittelbare Messung bestimmt.

Beobachter	Ort	Breite		Secundenpend. in par. Lin.
Bouguer	Pichincha, 2400 Toisen hoch	0°	13	438,69
— —	Quito, 1500 Tois. hoch	0	25	438,82
— —	Quito, am Meer	—	—	439,10
Richer	Cayenne	4	56	439,32
Bouguer	Panama	8	35	439,20
Godin	Portobello	9	33	439,08
— —	klein Goava	18	27	439,37
Ulloa	Guarico	19	46	439,32
de la Caille	Cap d. gut. H.	33	55	440,05
Jaquier	Rom	41	54	440,28
Picard	Bayonne	43	30	440,50
Liesganig	Wien	48	12	440,56
Richer	Paris	48	50	440,60
Mairan	— —	—	—	440,57
Graham	London	51	31	440,60
Lulofs	Leiden	52	9	440,71
Mayer	Greifswald	54	4	440,83
	Archangel	64	33	441,10
	Kola	68	52	441,31

Pendellängen, durch Vergleichung der Schwingungszahlen bestimmt.

Beobachter	Ort	Breite		Secundenpendel in par. Lin.
Condamine	Para	1°	28′	439,22
Campbell	Jamaica	18	0	439,44
Mairan	Paris	48	50	440,57
Graham	London	51	31	440,65
Celsius	Upsal	59	2	440,91
Grischow	Dörpt	58	26	440,92
— —	Reval	59	26	440,95
Mallet	Petersburg	59	56	441,02
Maupertuis	Pello	66	48	441,17
Mallet	Ponoi	67	5	441,22

Die Schweren an diesen Orten verhalten sich unter einander, wie die angegebenen Pendellängen.

Diese Tabellen lassen den Zustand der Schwere auf der Erdfläche bequem übersehen. Ein Körper, der beym Aequator 439 Pfund wiegt, wird, nach Lappland gebracht, so stark drücken, als 441 Pfunde unterm Aequator drücken. Aber die Wage in Lappland kan diesen Unterschied nicht zeigen. Denn man wiegt auf ihr mit Pfunden, von denen 439 schon so stark drücken, als 441 unterm Aequator. Diese halten also hier ebenfalls das Gleichgewicht mit dem Körper, und derselbe wiegt immer nicht mehr, als 439 Pfund, aber schwerere, als beym Aequator. Das Pendel aber geht in Lappland schneller, nicht weil sein Gewicht zunimmt, sondern weil jeder Theil seiner Masse stärker zum Fallen getrieben wird.

Man wird auch bey **Bouguers** Beobachtungen wahrnehmen, daß die Schwere an eben dem Orte in großen Höhen geringer ist, als an der Meeresfläche. Ebendasselbe Pendel machte in 24 Stunden

am Ufer des Amazonenflußes	98770
zu Quito - - - - - -	98740
auf dem Pichincha - - -	98720

Schwünge. Von dem Betruge einiger Franzosen, die das Gegentheil wollten erfahren haben, s. **Gravitation** (Th. II. S. 534.).

Nach **Newton** (Princip. L. III. Prop. 20.) muß sich auf einem Sphäroid die Zunahme der Schwere vom Aequator an gegen den Pol gerechnet, wie das Quadrat des Sinus der Breite verhalten. Vollkommen stimmen freylich die Angaben der Tabellen mit diesem Gesetze nicht überein, wie sich auch bey der großen Feinheit solcher Versuche gar nicht erwarten läßt. Inzwischen sind doch die Abweichungen nicht so groß, daß man nicht daraus noch die Länge des Secundenpendels unterm Pole selbst suchen könnte. Der Weg hiezu ist folgender. Die Schwere steht im Verhältniße der Pendellänge; also verhalten sich auch die

Zunahmen der Pendellängen, wie die Quadrate der Sinus der Breiten. Man mache nun folgende Vergleichung

Pendellänge zu Paris	= 440,57 Lin.		
. . . . . . Quito	= 439,10		
Zunahme vom Aequ.			Logarithmen
bis Paris . . .	= 1,47	. .	0,1673173
Quadrat des Sinus der			
Breite des Pols 90° =	. . . .	.	20,0000000
Quadrat des Sinus der			20,1673173
Pariser Breite 48° 50′	. . . .	.	19,7533570
Zunahme vom Aequ. bis Pol	= 2,594	.	0,4139603
Pendellänge unterm Aequ.	= 439,10		
Pendellänge unterm Pol	= 441,694		

Hieraus ergiebt sich das Verhältniß der Schweren unterm Aequator und Pol, welches zugleich das umgekehrte Verhältniß des Erddurchmessers zur Axe ist, wie 43910 zu 44169 oder, wie 169 : 170. Dies weicht von dem, was man aus den wirklich gemessenen Graden findet, s. Erdkugel (Th. II. S. 44.), nicht weit ab. Andere Orte aus der Tabelle statt Paris genommen, werden immer andere Resultate geben. Als ein Mittel aus vielen der zuverläßigsten Beobachtungen nimmt **Mallet** 199 : 200 an.

Dürfte man die Gestalt der Meridiane für vollkommen elliptisch annehmen, so würde man aus dem Secundenpendel sogleich auf die Länge der Grade in verschiedenen Breiten schließen können. Nemlich die Größen der Grade verhalten sich, wie die Halbmesser der Kreise, zu denen sie gehören, d. i. wie die Halbmesser der Krümmung an den Beobachtungsorten. In allen Kegelschnitten aber sind die Halbmesser der Krümmung, wie die Würfel der Normallinien. Im Ellipsoid sind die Schweren in dem Verhältniße der Normallinien. Alles dies zusammengenommen hat die Folge, daß sich die Größen der Grade, wie die Würfel der Schweren, oder wie die Würfel der Pendellängen verhalten.

Aber dieser Satz giebt bey der Anwendung allzubeträchtliche Fehler. Vergleicht man z. B. die Secunden-

pendel zu Paris und Pello, so sollten sich die Grade an diesen Stellen, wie $44057^3 : 44117^3$ oder fast wie $\frac{1}{3} . 44057 : \frac{1}{3} . 44057 + 60 = 14685 : 14745 = 979 : 983$ verhalten. Nimmt man nun den pariser Grad nach Picard 57060 Toisen an, so findet man nach diesem Verhältniße den in Lappland nur 57293 Toisen, da ihn doch die wirkliche Messung 57438 gegeben hat. Herr Klügel hält es auch den gemessenen Graden zufolge für ausgemacht, daß die Erdmeridiane keine vollkommnen Ellipsen sind. Fehlschlüße zu vermeiden, wird es also am sichersten seyn, aus den Pendelversuchen blos auf die Größe der Schwere, nicht aber auf die Gestalt der Erde zu schließen; man müste denn das letztere blos der Prüfung halber thun, als ein Mittel, mehrere Arten von Erfahrungen über einerley Gegenstand zu vergleichen.

Ungleicher Gang der Pendel. Rostförmiges Pendel.

Die bisher betrachtete Bewegung der Pendel wird durch den Widerstand der Luft, und durch das Reiben am Aufhängungspunkte gehindert. Aus diesen Ursachen wird der Bogen MAN (Taf. XVIII. Fig. 75.) immer kleiner, und das Pendel steht endlich ganz in der Verticallinie CA still, da sonst die Schwungbewegung an sich ohne Ende fortdauren würde.

Hiebey wird die Dauer des Niedergangs etwas länger, weil die aufgehaltene Pendelstange später in die verticale Lage gelangt; die Dauer des Aufsteigens hingegen wird kürzer, weil der beschriebene Bogen kürzer wird. Diese Compensation macht, daß die ganzen Schwünge dennoch ziemlich gleich lang bleiben. Der Widerstand der Luft wirkt desto stärker, je größer die beschriebenen Bogen, und je kleiner die Gewichte der Pendel in Vergleichung mit ihren Flächen sind. Daher kan ein Pendel von mehr Gewicht in der Luft schneller schwingen, als ein gleich langes leichteres; obgleich auf die Schwungbewegung an sich das Gewicht keinen Einfluß hat. Newton brauchte Pendel zu Untersu-

chung der Größe und der Gesetze des Widerstands, s. Widerstand.

Versuche mit Pendeln im luftleeren Raume hat Derham (Philos. Trans. no. 294.) angestellt. Das Secundenpendel wird darinn etwas länger, als in der Luft. Bouguer giebt es für Paris 440,67, am Aequator 439,21 Lin. an, so daß sich der Unterschied auf $\frac{1}{10}$ Lin. setzen läst; Mayer (Mém. de l'acad. de Prusse 1775.) für Greifswalde 440,894 Lin., in der Luft 440,827.

Dichtere Luft widersteht auch stärker, als dünnere. Bouguers Pendel, das Bogen von 2 Zoll beschrieb, ward auf dem Pichincha erst nach 22 bis 23 Minuten so stark retardirt, daß die Bogen nur 1 Zoll betrugen; am Meerstrande in dichterer Luft geschahe dies schon in 14 bis 15 Minuten.

Das Reiben am Aufhängungspunkte könnte vermieden werden, wenn man statt der Stange einen Faden gebrauchte, und dessen oberes Ende zwischen zwo kleine zusammengeschraubte Platten einklemmte. Dennoch würde hiebey die Steife des Fadens an der Stelle, die sich biegen muß, ein neues eben so großes Hinderniß verursachen. Da ohnehin die steifen Pendelstangen nicht zu entbehren sind, so ist es besser, ihnen oben ein paar stählerne Zapfen zu geben, die unterwärts gekehrte scharfe Schneiden haben, und mit diesen auf wagrechten stählernen Platten aufliegen. So wiegen sich beym Schwunge die Zapfen hin und her, wie am Wagbalken. Diese Einrichtung hatte Graham dem Pendel gegeben, womit Maupertuis in Pello beobachtete (s. Mésure de la pesanteur in d. Oeuvr. de Maupertuis, Lyon. 1768. 8. To. IV. p. 336. sq.). Es war mit zween Gewichten versehen, mit dem schwerern beschrieb es Bogen von $4\frac{1}{2}$, mit dem halb so schweren Bogen von 3 Grad, und schlug im letztern Falle täglich 3 — 4 Secunden mehr.

Hauptsächlich aber wirken auf den Gang der Pendel die Abwechselungen der Wärme und Kälte, weil die Pendelstange durch die Wärme länger, durch die Kälte kürzer wird. Daher geht das Pendel im Sommer langsamer, als

im Winter, und gewöhnliche Pendeluhren machen in einem Tage im Winter etwa eine halbe Minute mehr, als im Sommer. **De la Lande** (Astr. 2de ed. §. 2462.) giebt 20 Sec. an; und so fand es auch Herr **Kästner** (Ueber die Aenderung des Ganges der Pendeluhren, Götting. 1778. 4.) an einer von Kampe verfertigten Uhr.

Das beste Mittel hiegegen wäre nun wohl dieses, daß man alle Pendelbeobachtungen bey einerley Grade der Wärme anstellte, oder wo dies nicht angienge, wenigstens den Grad der Wärme und die Beschaffenheit des Pendels genau anzeigte, um wo möglich, die Verlängerung oder Verkürzung der Pendelstange zu berechnen. Herr von **Maupertuis** hielt sein Pendel allezeit in gleicher Wärme; er erinnert aber, daß man in dieser Absicht unablässig nach dem Thermometer sehen, auch Thermometer und Pendel in gleichen Höhen über dem Fußboden und in gleicher Entfernung vom Feuer halten müsse.

Graham, der um die Verbesserung der Werkzeuge so große Verdienste hat, fiel anfänglich darauf, die Pendelstangen von Ebenholz oder Nußbaum zu machen, weil das Holz nach der Länge der Fasern durch die Wärme nicht merklich ausgedehnt wird; es ist aber dagegen wieder dem Fehler ausgesetzt, daß es sich durch den Wechsel der Feuchtigkeit und Trockenheit wirft oder krümmet. Dicke metallne Stangen helfen auch nicht, weil sie von der Wärme eben so sehr, als dünne, verlängert werden. Graham versuchte auch, ein Thermometer so am Pendel anzubringen, daß der Mittelpunkt des Schwunges durchs Aufsteigen des Quecksilbers um eben soviel erhoben werden sollte, als er durch die Verlängerung der Stange von der Wärme tiefer gebracht worden sey, damit er durch eine Art von Compensation immer an einerley Stelle und in gleichem Abstande vom Aufhängungspunkte erhalten würde.

Er fand es aber nachher weit besser, eine solche Compensation durch Verbindungen von mehrern Stangen aus verschiednen Metallen zu bewirken. Daraus ist eine Art von Pendeln entstanden, die man rostförmige (grid iron pendulums) nennt, weil sie wegen der mehreren parallelen

Stangen einem Roste ähnlich sind. Grahams rostförmiges Pendel ist Taf. XVIII. Fig. 77. abgebildet. Es besteht aus fünf eisernen in der Figur durch starke schwarze Striche unterschiedenen, und vier kupfernen oder messingnen parallelen Stäben. Die eisernen sind oben fest, also treibt die Wärme ihre untern Enden herabwärts, und erniedrigt den Mittelpunkt des Schwunges. An den untern Enden der eisernen Stäbe sind Füße, auf welchen die messingnen Stäbe aufstehen. Diese leztern sind also unten fest, daher treibt die Wärme ihre obern Enden aufwärts, und erhöht dadurch sowohl den Mittelpunkt des Schwunges, als auch die Querstäbe, welche die folgenden Eisenstäbe halten. Die Längen der Stäbe sind so proportionirt, daß die Ausdehnung des Messings den Mittelpunkt des Schwunges gerade um soviel hebt, als ihn die Ausdehnung des Eisens erniedrigt.

Man kan die Berechnung so einrichten, daß der mittelste Eisenstab, der das Gewicht trägt, weit länger wird, als in der Figur. So wird nicht das ganze Pendel rostförmig, sondern nur der obere Theil am Aufhängungspunkte. Diese Einrichtung hat den meisten Beyfall gefunden; man pflegt jezt nur einen ganz kleinen Rost oben anzubringen, aus welchem die weit längere Pendelstange herabhängt. Bey einer solchen von Shelton gefertigten Uhr fand Herr Kästner den Gang im Jänner 1773 täglich nur um 2,1 Secunden schneller, als im August.

Noch eine andere Einrichtung von Romain aus Cassini (Mém. de Paris, 1741.) beschreibt Musschenbroek. Am eisernen Stabe AB (Taf. XVIII. Fig. 78.) ist hinten ein messingner Stab CE bey C fest; an der Vorderseite trägt der eiserne Stab SO das Gewicht O. Die Hülsen GH, MN, umschließen blos die Stäbe, ohne ihr Verschieben an einander zu hindern, in der Hülse TP aber sind alle drey Stäbe mit Zapfen fest. Wenn die Wärme zunimmt, dehnt sich CE mehr aus, als AB; daher wird der Zapfen T niedergeschoben, hingegen P mit dem Gewichte O erhöhet. Musschenbroek berechnet aus dem Ausdehnungsverhältniße des Messings zum Eisen, welches er wie

46 : 27 setzt, wenn AO = 39 Zoll, CT = 27 Zoll sey, so müsse sich TR : RP, wie $\overline{46 - 27 : 27} + \overline{27 : 39}$, d. i. wie 19 : 39 verhalten.

Montucla Hist. des mathematiques. To. II. p. 268. 384.
Kästner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Gött. 1766. 8. S. 194 u. f. S. 243.
v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. I. §. 641 sqq.
Friedr. Mallet allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, a. d. schwed. durch Röhl. Greifsw. 1774. gr. 8. S. 71 u. f.
Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin, 1786. 8. S. 83 u. f.
Brisson Dict. rais. de Physique, art. *Pendule.*

Percussion, s. Stoß.

Percussionsmaschine, Stoßmaschine, Maschine des Mariotte, Machina, qua experimenta circa collisionem s. conflictum corporum instituuntur, *Machine de Mariotte pour les experiences du choc des corps.* Eine Veranstaltung zu Versuchen über die Geschwindigkeiten bewegter Körper nach dem Stoße. Diese Maschine macht gewöhnlich einen Theil der physikalischen Experimentalgeräthschaft aus, und hat die Absicht, die Gesetze des Stoßes durch Versuche zu erläutern, und zu bestätigen. Dazu wird nun erfordert, daß man allerhand Körper, z. B. Bley- Thon- Elfenbeinkugeln, mit gegebnen Geschwindigkeiten könne an einander stoßen lassen, und daß man ihre Geschwindigkeiten nach dem Stoße leicht messen könne.

Mariotte (De la percussion ou choc des corps in den Oeuvres de *Mariotte.* à la Haye 1740. T. I.) brauchte hiebey zuerst das zuverläßige Mittel, die Geschwindigkeiten durch die Fallhöhe zu bestimmen, dem Satze gemäß, daß beym Falle auf vorgeschriebnen Wegen des Körpers Geschwindigkeit an jeder Stelle derjenigen gleich ist, die der Höhe seines Falles bis an diese Stelle zugehört, s. Fall der Körper. Der Widerstand der Luft wird hiebey nicht beträchtlich seyn, wenn man dichte Körper von nicht allzugroßen Höhen fallen läßt.

Wenn man also (Taf. XVIII. Fig. 79.) ein paar Kugeln P, Q an Fäden so von C, D, herabhängen läßt, daß sie sich in der verticalen Lage der Fäden CP und DQ in einem Punkte berühren, der mit ihren Mittelpunkten in einer Horizontallinie liegt, und dann die eine P in der Verticalfläche CPA bis A erhebt, und fallen läßt, so wird sie in P mit einer Geschwindigkeit anlangen, die der Höhe GP zugehört. Eben so wird Q, bis a erhoben, im Rückfall nach Q mit der Geschwindigkeit ankommen, die der Höhe gQ gehört. Diese Geschwindigkeiten verhalten sich, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen. Man kan also vermittelst eines auf dem Gestell angebrachten Maaßes die Höhen so wählen, daß die Geschwindigkeiten jedes verlangte Verhältniß haben. Soll P doppelt so geschwind, als Q ankommen, so muß GP viermal so groß, als gQ genommen werden. Wenn die Bogen sehr klein sind, so verhalten sich die Quadratwurzeln ihrer Queersinus, d. i. die Quadratwurzeln aus GP und gQ, wie die Bogen selbst, oder man kan alsdann die Geschwindigkeiten durch die Bogen selbst messen. Daher theilt man die Bogen, und hebt P durch 6 Theile, so wird sich seine Geschwindigkeit bey P durch die Zahl 6 ausdrücken lassen. Dies erleichtert die Sache, ist aber falsch bey größern Bogen.

Unten bey PQ erfolgt nun der Stoß, und nach demselben gehen die Kugeln entweder mit einander fort, oder springen nach entgegengesetzten Seiten zurück. An dem getheilten Bogen APQa kan man sehen, wie weit sie dabey wieder steigen, und die senkrechte Höhe oder der Bogen dieses Steigens giebt wieder ein leichtes Mittel, die Geschwindigkeiten nach dem Stoße mit jenen vor dem Stoße zu vergleichen. Die Kreisbogen AP und QB müssen eigentlich von einander getrennt seyn; jener ist um C, dieser um D beschrieben, und man muß sie bey PQ so weit aus einander stellen, als die Mittelpunkte der Kugeln entfernt sind.

Man wird sich nun leicht vorstellen können, daß in der Ausübung noch vieles zur Bequemlichkeit und Sicherheit des ganzen Verfahrens angebracht, und willkührlich verändert werden kan. Sehr umständliche Beschreibungen

solcher Percussionsmaschinen mit dem ganzen Apparat geben s'Gravesande (Physices Elem. mathem. L. I. c. 23.) und Nollet (Leçons de physique To. I. Leç. 4. Sect. 3.). Des letztern Einrichtung ist in Deutschland sehr gebräuchlich geworden; sie erfordert aber wegen des großen Bogens AB einen ansehnlichen Raum.

Kästner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Göttingen, 1766. 8. S. 330 u. f.

Perigäum, s. Erdnähe.

Perihelium, s. Sonnennähe.

Periode, julianische, Periodus Juliana, *Periode Julienne.* Eine Periode überhaupt heißt in der Chronologie eine Reihe von Jahren, oder ein Zeitraum, nach dessen Verlauf ebendieselbe Begebenheit oder ebendasselbe Zeitmerkmal wiederkehrt. Die julianische Periode insbesondere ist eine Reihe von 7980 Jahren, nach deren Verlauf das julianische Jahr wieder einerley Zahlen im Sonnen- Mond- und Indictionscykel bekömmt, s. Cykel. Joseph Scaliger hat ihren Gebrauch eingeführt, der auch in der That sehr bequem zur Vergleichung der Zeitrechnungen verschiedener Völker ist, weil sie einen so großen weit über das Alter der Völkergeschichte hinausreichenden Zeitraum begreift, in welchem sich doch jedes Jahr durch bestimmte Merkmale unterscheidet, indem in der ganzen Periode niemals zwey Jahre vorkommen, welche übereinstimmende Zahlen in allen drey Cykeln hätten.

Der Sonnencykel besteht aus 28, der Mondcykel aus 19, der Indictionscykel aus 15 Jahren. Das Product dieser drey Zahlen giebt die Jahre der ganzen Periode 28. 19. 15 = 7980. Man fängt sie mit dem Jahre an, wo Sonnencykel, güldene Zahl und Indiction = 1 waren. Die Rechnung zeigt, daß von diesem ersten Jahre der Periode bis zum Anfange der christlichen Zeitrechnung 4713 julianische Jahre müssen angenommen werden, da sich doch unsere ganze Zeitrechnung nicht viel über 4000 Jahre vor C. G. erstreckt.

Wenn man von einem Jahre den Sonnencykel h, den Mondcykel oder die güldene Zahl g, und die Indiction f weiß, so berechne man die Formel

$$\frac{6916.\,f + 4200.\,g + 4845.\,h}{7980}$$

Der Rest, den die angestellte Division übrig läst, ist die Zahl des gegebnen Jahres in der julianischen Periode. So wird man z. B. finden, daß das erste Jahr der christlichen Zeitrechnung, das im Sonnencykel das zehnte, im Mondcykel das zweyte, im Indictionscykel das vierte war, in der julianischen Periode das 4714te gewesen sey. Diese Auflösung, die Jacob Bernoulli angegeben hat, beweißt Kästner analytisch. Wallis (Algebra cap. 104 in Opp. To. II. p. 450.) giebt noch eine andere Analysis.

Wenn man also zu der Jahrzahl der christlichen Zeitrechnung noch 4713 hinzusetzt, so findet man die Jahrzahl in der julianischen Periode, in der z. B. das 1790ste Jahr n. C. G. das 6503te ist. Oder, wenn man die Jahrzahl vor C. G. von 4714 abzieht, so hat man die Jahrzahl der julianischen Periode. Der julianische Kalender z. B. ward 45 Jahr v. C. G. eingeführt, d. i. im 4669sten Jahre der Periode.

So dient diese Periode zur allgemeinen Vergleichung aller Zeitrechnungen. Man bringt auf ihre Jahre alle Epochen derselben. So ist z. B. Rom nach des Varro Bestimmung im 3961sten Jahre der Periode erbaut, und Constantin der Große im 1059sten Jahre der Erbauung Roms zur Regierung gekommen. Dieses letzte Datum fällt also in das Jahr 3960 + 1059 = 5019 der Periode, d. i. 5019 — 4713 = 306 der christlichen Zeitrechnung.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Math. 2te Abth. Götting. 1781. 8. Chronologie, §. 44 u. f.

Periodischer Monat, s. Monat.

Periodische Umlaufszeiten, s. Planeten.

Perioeci, s. Nebenwohner.

Periscii, s. Umschattichte.

Perspectiv, Perspectiva, *Perspective.* Diesen Namen führt die Lehre von den Projectionen der ins Auge fallenden Gegenstände auf ebne durchsichtige Tafeln. Sie wird insgemein als ein Theil der angewandten Mathematik betrachtet, und zu den optischen Wissenschaften gerechnet, s. Optik. Da sie aber aus der Physik nichts weiter voraussetzt, als daß das Licht nach geraden Linien fortgehe, und übrigens blos in der Auflösung eines sehr allgemeinen geometrischen Problems besteht, so kan sie als eine unmittelbare praktische Anwendung der reinen Elementarmathematik angesehen werden. Auch ihrer Absicht nach ist sie mehr eine Kunst, als eine Wissenschaft, und was der Physiker etwa aus ihr brauchen kan, wird ihn die Optik mit etwas Anwendung der Geometrie in jedem Falle lehren. Sie gehört also nicht in dieses Wörterbuch, und ich verweise wegen ihrer Geschichte auf Lambert (Freye Perspektiv, zweyte Ausg. Zürich, 1774. 8. II Th.) oder auf Herrn Klügels Auszug daraus in Priestley's Geschichte der Optik (S. 75 u. f.)

Perspectiv. Ein gemeiner Name des Fernrohrs, besonders der kleinen Sorten desselben, die gemeiniglich nach Art der holländischen oder galileischen Fernröhre eingerichtet, und Taschenperspective genennt werden, s. Fernrohr.

Perspectiv, magisches, s. Zauberperspectiv.

Perturbationen, Störungen des Planetenlaufs, Perturbationes motuum coelestium s. planetarum, *Perturbations des mouvemens célestes.* Die Abweichungen der Himmelskörper von ihrem regelmäßigen elliptischen Laufe, welche durch ihre wechselseitige Gravitation gegeneinander hervorgebracht werden.

Man hat den Lauf der Himmelskörper von je her sehr unregelmäßig gefunden, und die auffallendsten Abweichungen von der Gleichförmigkeit, welche innerhalb gewisser Perioden wachsen und wieder abnehmen, mit den Namen der

ersten, zweyten Ungleichheit u. s. w. belegt. Die Weltsysteme, die man sich ausdachte, hatten immer mit zur Absicht, diese Ungleichheiten zu erklären, und das copernikanische System mit Keplers Theorie der elliptischen Planetenbahnen verbunden leistete hierinn mehr, als alles vorherige. Dennoch blieb, besonders beym Mondlaufe, noch eine Menge ganz unerklärbarer Ungleichheiten übrig, und die neuern Beobachter haben deren noch mehr gefunden, die man damals gar nicht kannte.

Diese Ungleichheiten machten, daß die Angaben der Tafeln von dem wahren Himmelslaufe beständig abwichen, und was die Erklärung derselben aus physischen Ursachen betraf, so blieb diese ein Labyrinth, aus dem kein Astronom den Ausgang finden konnte.

Endlich verbreitete Newtons Entdeckung der allgemeinen Schwere ein ganz unerwartetes Licht über diesen Gegenstand. Den Grundsätzen dieses Systems zufolge ist alle Materie gegeneinander, mithin der Planet nicht allein gegen die Sonne, sondern auch gegen die übrigen Planeten, der Mond nicht nur gegen die Erde, sondern auch ganz vorzüglich gegen die Sonne, ja auch gegen Venus und Jupiter schwer. Nun wird der regelmäßige Lauf in der elliptischen Bahn nach den keplerischen Gesetzen blos durch Gravitation gegen die Sonne, beym Monde blos durch Schwere gegen die Erde bewirkt: natürlich müssen also Abweichungen von diesen Gesetzen entstehen, wenn noch andere Kräfte mitwirken. So hat man den Schlüssel zu diesem Räthsel, und zugleich die physische Ursache desselben.

Newton selbst (Princip. L. III. prop. 21 sqq.) erklärte und bestimmte schon einen großen Theil dieser Abweichungen. Alles beruht hiebey auf der sogenannten **Aufgabe von drey Körpern**, welche die Gesetze untersucht, nach welchen sich drey gegenseitig gravitirende Körper bewegen, wenn entweder 1. zween von ihnen um den dritten, oder 2. einer von ihnen um den zweyten und diese beyde zugleich um den dritten laufen. Newton konnte hierüber nur einzelne Bestimmungen geben, weil die allgemeine Auflösung sehr feine und damals noch unentdeckte Kunstgriffe der Infinite-

finalrechnung erfordert. Dennoch erklärte er schon die vornehmsten Abweichungen, z. B. den Rückgang der Knoten, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe und die stärksten Ungleichheiten des Mondlaufs aus der Gravitation so vollkommen, daß sich jeder Kenner dieser Gegenstände überzeugt fühlen muste.

Die Aufgabe von drey Körpern ist zwar in der Folge durch **Clairaut, d'Alembert** und **Euler** aufgelöset worden, deren zahlreiche Abhandlungen darüber sich in den Schriften der pariser, berliner und petersburgischen Akademien befinden; diese Auflösungen aber sind zum praktischen Gebrauch entweder gar nicht, oder doch nur als Näherungen anwendbar. Es sind also hiezu noch eigne Methoden für jeden Körper, insbesondere für den Mond, nöthig, dessen Ungleichheiten wegen seiner Nähe am stärksten in die Augen fallen. Von den Bemühungen der Astronomen um diese Mondstheorie, und den vortreflichen mayerischen Tafeln, s. **Mond.** Auch die Sonne zeigt Ungleichheiten ihres Laufs, theils weil sie selbst eine Bewegung um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systems macht, theils, weil die Erde, aus der man sie betrachtet, durch ihre Gravitation gegen den Mond und die Planeten einen ungleichen Lauf erhält. So hat das Problem von drey Körpern auch auf die Sonnentafeln Einfluß, s. **Sonne.** Daß man den Lauf von Sonne und Mond nicht eher mit erträglicher Richtigkeit in Tafeln bringen konnte, als bis man diese Perturbationen mit in Betrachtung zog, ist ein großer Triumph für Newtons System der Gravitation. Bey den Tafeln für die untern Planeten sind ausser der Verrückung der Apsiden und dem Rückgange der Knoten keine weitern Perturbationen in Betrachtung gezogen, weil die Wirkungen davon sehr klein erscheinen. Bey den obern Planeten aber, und im Laufe der Kometen zeigen sie sich deutlicher, s. **Kometen** (Th. II. S. 789.).

Man drückt beym Problem von drey Körpern die Gravitation des gestörten Körpers gegen den störenden, wenn beyder Entfernung = D, des störenden Masse = M gesetzt

wird, durch $\frac{M}{D^2}$ aus, und zerlegt sie nach zwo Richtungen, deren eine dem Radius vector des störenden, die andere dem des gestörten Körpers parallel ist. Vom ersten Theile zieht man zuförderst die Gravitation des Mittelpunkts der Kräfte gegen den störenden Körper ab, weil gleiche und parallele Gravitationen sich nicht stören, und die Perturbation nur mit dem Unterschiede beyder erfolgt. Dieser Unterschied wird wiederum nach zwo Richtungen zerlegt, deren eine dem Radius vector des gestörten Körpers parallel, die andere auf ihn senkrecht ist. Der erste Theil mit dem zweyten Theile der ersten Zerlegung verbunden, giebt die ganze perturbirende Kraft nach der Richtung des Radius vector, der letztere Theil die nach der senkrechten Richtung, wovon jene die Centralkraft ändert, diese hauptsächlich auf die Geschwindigkeit wirkt. Diese Zerlegungen lehren auch, daß sich die perturbirende Kraft nach dem Radius vector umgekehrt, wie der Würfel der Entfernungen beyder Körper verhalte.

Es ist aber nicht genug, diese perturbirenden Kräfte für einen gewissen Zeitpunkt zu kennen; man muß auch wissen, wie viel durch sie, nachdem sie in einer unendlichen Menge solcher Zeitpunkte, d. i. eine gegebene Zeit hindurch, gewirkt und sich dabey beständig geändert haben, Aenderung in der Ebne und Gestalt der Bahn und in der Geschwindigkeit des gestörten Körpers hervorgebracht worden sey; und noch mehr, man muß alles dieses, wie es die Einrichtung der astronomischen Tafeln erfordert, in Minuten und Secunden ausdrücken können. Die unermeßlichen Rechnungen, welche hiezu erfordert werden, erlauben hier nicht mehr, als eine allgemeine Anzeige der durch sie genauer bestimmten Ungleichheiten.

Beym Monde entstehen durch die starke Einwirkung der Sonne drey starke Ungleichheiten. Die Evection ist eine Veränderung der Eccentricität der Mondbahn, welche am grösten ist, wenn die Axe der Bahn in die Linie der Voll- und Neumonde, und am kleinsten, wenn dieselbe in

die Linie der Viertel fällt. Am sinnlichsten kan man sich diese Ungleichheit so vorstellen, als ob die Ellipse, die der Mond um die Erde beschreibt, von der Sonne aus einander gezogen würde, wie die Wasserkugel bey der Ebbe und Fluth in ein Sphäroid ausgezogen wird; daher diese Ellipse länglicher und schmäler wird, wenn sich ihre Axe gegen die Sonne kehrt, hingegen runder und dem Kreise ähnlicher, wenn die Axe gegen die Sonnenstralen senkrecht steht. Dadurch kan der Ort des Monds bisweilen um 2 Grad verändert werden. Die **Variation** entsteht daraus, daß die Gravitation des Monds gegen die Sonne in der einen Helfte der Bahn seiner Geschwindigkeit entgegen wirkt, in der andern aber, wenn er auf die Sonne zu geht, seiner Bewegung mehr beförderlich ist. Die grösten Wirkungen hievon äussern sich in den Achteln, oder 45° vor und nach dem Neumonde. Die **jährliche Gleichung** endlich rührt daher, weil die Erde mit dem Monde der Sonne im Winter näher, als im Sommer, ist; daher im Winter die Axe der Mondbahn etwas größer wird, und der periodische Monat länger dauret, als im Sommer.

Die Apsidenlinien der Planetenbahnen rücken durch die Wirkung der Perturbationen jährlich nach der Ordnung der Zeichen fort, s. **Sonnenferne**, die Knotenlinien hingegen gehen zurück, s. **Knoten**. Die Axe der Mondbahn rückt in den Syzygien stark vorwärts, in den Vierteln ein wenig rückwärts; der Ueberschuß des Vorrückens beträgt soviel, daß die Erdferne und Erdnähe ohngefähr in 9 Jahren um den ganzen Himmel herum kommen. Auch die Knoten des Monds gehen in 9 Jahren, aber in entgegengesetzter Richtung um den Himmel. Die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik ist am grösten, wenn die Knotenlinie durch die Viertel geht, am kleinsten, wenn sie nach der Sonne gerichtet ist.

Von einigen Störungen des Laufs der Erde s. **Vorrücken der Nachtgleichen, Wanken der Erdaxe.** Der Ort der Erde, oder der Sonne aus den Tafeln, muß nach den Wirkungen des Monds, der Venus und des Jupiters berichtiget werden. Die Perturbationen der obern

Planeten durch ihre gegenseitige Einwirkung hat Euler (Piece qui a remporté le prix de l'Acad. roy. des Sc. en 1748. à Paris. 1749. 4.) berechnet.

de la Lande astron. Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. §. 1037 u. f.
Kästner Anfangsgr. der Astron. Götting. 1781. 8. §. 284 u. f.

Petrefacten, Versteinerungen, versteinerte Körper, Petrefacta, Petrificata, *Petrifications*. Unter diesem Namen versteht man abgestorbene organisirte Körper, welche durch eine günstige Lage ihre Bildung ganz oder zum Theil behalten haben, aber mit fremden Erdarten durchdrungen und dadurch verhärtet sind. Naturspiele und figurirte Steine, die ursprünglich zum Mineralreiche gehören, verschüttete Kunstproducte u. dgl. sind genau davon zu unterscheiden.

Diese organisirten Körper, die ihre Gestalt in der Erde behalten haben, sind von fünferley Art. Einige sind blos calcinirt oder mürb und locker geworden, wie die Thierknochen, Geweihe, Conchylien rc., die sich in den Berghölen oder in lockern mergelartigen Erdlagern finden, und von manchen im engern Verstande Fossilien genannt werden. Andere, die wahren oder vollkommnen Versteinerungen, welche die völlige Steinhärte erhalten haben, brechen in unzählbarer Menge im festen Kalksteine der Flözgebirge. Eine dritte Verschiedenheit machen die metallisirten oder mit erzhaltigem Stof durchzognen oder angeflognen Körper aus, z. B. die Conchylien und Fische mit Schwefelkies in den Thonschiefern und lettigen Thonlagern. Viertens sind die Steinkerne (nuclei) innere Abgüsse aus Hölungen von Muscheln und Schnecken, die sich aus Steinmasse in der Schale geformt haben, wovon aber die Form verlohren gegangen ist, wie die meisten Ammoniten, Hysterolithen u. dgl. Endlich bestehen die Spurensteine (typolithi) aus äussern Abdrücken der Oberfläche von Conchylien und Pflanzen, wie die Enkrinitenstiele in Sandsteinen, die Pflanzenschiefer u. s. w.

Da die Versteinerungen in Absicht auf die Geschichte der Erde sehr wichtig sind, s. Berge, so will ich hier noch

einige dahin gehörige Bemerkungen mittheilen. Der Granit, Porphyr, die schwererdigen und bittersalzerdigen Steine, die Edelsteine und der wahre Basalt enthalten niemals eine Versteinerung. Dagegen findet man die Petrefacten am häufigsten in den Kalksteinen, Mergel, Thonschiefer und Hornstein; ingleichen durchzogne Conchylien und versteinertes Holz, deren Masse chalcedon- und jaspisartig ist; Corallen und Blätterabdrücke im Sandsteine. Die Versteinerungen werden von ungemeinen Höhen bis zu großen Tiefen gefunden; de Lüc traf Ammoniten in Faucigny 7844 Fuß über der Meeresfläche, und 2000 Fuß tief unter derselben sind in den Steinkohlengruben von Whitehaven in Cumberland Pflanzenschiefer gegraben worden.

Unter den Thierknochen sind die häufigsten vom Elephanten und Nashorn, besonders in Sibirien. Vom erstern werden die Eckzähne (ebur fossile), wie frisches Elfenbein, verarbeitet. Aber auch in Deutschland, bey Burg-Tonna im Gothaischen, in der Baumannshöle u. a. O. hat man dergleichen gefunden (Lettres sur les os fossiles d' eléphans et de rhinoceros, qui se trouvent en Allemagne. Darmstadt, 1783. vom Kriegsr. Merk) so wie Bärenknochen in der Scharzfelder Höle und in der Gailenreuter am Fichtelberg (Espers Nachr. von neuentdeckten Zoolithen unbekannter vierf. Thiere. Nürnb. 1774. fol.). Unsere Vorfahren hielten sie für Riesenknochen. In Nordamerika am Ohio finden sich Knochen einer jetzt unbekannten Elephantenart.

Von Fischen der süssen Wässer enthalten Abdrücke die Mannsfelder Thonschiefer und Oeninger Stinkschiefer, von Seefischen die Glarner Thonschiefer und Pappenheimer Kalkschiefer, so wie die Veroneser, wo Fortis und Spallanzani einige erkannt haben, deren Originale jetzt in der Südsee leben. Scheuchzers homo diluvii testis ist ein versteinerter Wels. Die sogenannten Schlangenzungen (glossopetrae) scheinen Zähne vom Hayfische zu seyn.

Am reichhaltigsten ist der Vorrath von Conchylien und Corallen. Von den meisten Conchylien sind die Originale unbekannt, oder finden sich nur in sehr entfernten Meeren.

Dahin gehört das ganze unübersehliche Heer der Ammoniten von der Größe eines Wagenrads bis zur Kleinheit eines Nadelkopfs, und von sehr verschiedenen Arten; die Lenticuliten, Lituiten, Orthoceratiten, Belemniten, Dentaliten, die Doppelröhren im Heinberge bey Göttingen, die linksgewundenen Bucciniten am Ufer von Harwich, die Strombiten mit doppelten Gewinden. Die westindische Trödelschnecke findet sich in den Turiner Gebirgen (de Lüc Briefe über die Geschichte der Erde, XXXIX. Brief). Die sonst so räthselhaften Echiniten oder Judensteine sind die Stacheln einer unbekannten Art von Seeigeln. Die Enkriniten und Pentakriniten scheinen der Seepalme ähnlich. Von Flußconchylien hat de Lüc auf der Saleve bey Genf zwo merkwürdige Bivalven entdeckt, die de Saussüre (Voyages dans les Alpes. Vol. I. Tab. 2.) abbildet. Kleine Flußschnecken finden sich in Menge, unter andern bey Burg-Tonna in einerley Mergelschicht mit den Elephantenknochen.

Aus dem Pflanzenreiche finden sich in den schwarzen Pflanzenschiefern vorzüglich häufig die Farrenkräuter und große theils ästige theils schuppige Abdrücke von Blättern oder Rinden noch unbekannter Pflanzen. Die Hölzer (ligna fossilia) sind entweder Holzkohlen, und noch völlig brennbar, wie denn überhaupt alle Steinkohlenlager vegetabilischen Ursprungs zu seyn scheinen, oder metallisirt, und nur inwendig verkohlt, oder endlich vollkommen versteinerte Hölzer (lithoxyla), wovon die Herren de Lüc in ihrem Cabinet zu Genf ein Stück besitzen, das an einem Ende achatisirt, am andern noch brennbar ist (de Lüc XVIII. Brief).

In Rücksicht auf die Geschichte der Erde kan man die Versteinerungen auf zwo Classen bringen, deren erste die Ueberbleibsel unbekannter Originale der Vorwelt enthält, welche mehrentheils in den Flözgebirgen in der ungestörtesten ruhigen Lage gefunden werden, wie die Ammoniten, Orthoceratiten, Belemniten u. s. w. und fast lauter Seethiere sind. Die zwote Classe begreift die von bekannten Originalen, und theilt sich wieder in solche, deren Originale nur in weit entfernten Erdstrichen angetroffen werden, worunter

häufig Landthiere vorkommen, z. B. die Elephantenknochen in den Nordländern, die Knochen vom nordischen Polarbäre in Deutschland; und solche, deren Originale noch in der gleichen Gegend vorhanden sind.

Von den Folgen, die sich hieraus auf die Bildung der Erde und der Berge ziehen lassen, s. die Worte: **Erdkugel** (Th. II. S. 67 u. f.) und **Berge** (Th. I. S. 308 u. f.).

Anleitung zur Petrefactenkunde geben ausser den Handbüchern der Naturgeschichte, **Bourguet** (Traité des petrifications. à Paris. 1742. 4. ib. 1772. 8.) und **Walch** (Naturgeschichte der Versteinerungen, Nürnberg, 1768 u. f. IV. B. in fol.). Bemerkungen über die Art ihrer Entstehung findet man bey dem Worte **Versteinerung**.

Blumenbach Handbuch der Naturgeschichte, dritte Aufl. Göttingen, 1788. 8. S. 656 u. f.

Pflanzen, Vegetabilien, Gewächse, Vegetabilia, Corpora regni vegetabilis, Plantae, *Végétaux, Plantes.* Diejenigen organischen Körper, welchen zwar Leben, aber keine Empfindung und willkührliche Bewegung zukömmt, machen unter dem Namen der Gewächse oder Pflanzen ein eignes Naturreich aus, s. **Naturgeschichte, Organische Körper.** Sie haben einen sehr verschiedenen Bau, und vielleicht nur das einzige mit einander gemein, daß sie ihre Nahrung, die aus Wasser mit salzigen, phlogistischen und erdigten Theilen besteht, durch eine **Wurzel** einsaugen.

Man findet bey ihnen keinen Kreislauf des Safts, der jedoch in jeder Pflanze auf die ihr eigne Art verändert und ihr assimilirt wird. Diese Bereitung des Safts ist sogar in verschiedenen Theilen ebendesselben Gewächses verschieden. Bey manchen verlängert sich die Wurzel in einen Stamm, Stengel oder Halm, der sich wieder in Aeste und Zweige vertheilt, an welchen die **Blätter** sitzen. Bey andern vertheilt sich die Wurzel gleich an der Erde in Blätter. Alle diese Theile haben einerley Bau, selbst das Blatt; man findet daran eine Oberhaut, eine Rinde, einen holzigen Theil, und in der Mitte das Mark. Diese Theile dienen zur Er-

nährung und zum Wachsthum: in den kältern Himmelsstrichen hört die Bewegung des Safts im Winter auf, die Blätter fallen ab, und die Pflanze schläft: einige schlafen auch täglich zu gewissen Stunden. Gewisse Pflanzen zeigen Reizbarkeit, wenn sie berührt werden, oder andere Bewegungen, aber nie willkührliche.

Die Fortpflanzung der Körper des Gewächsreichs geschieht entweder durch Einstecken, Ablegen und Absenken der Zweige, oder durch Einpropfen und Einlegen der Augen und Zwiebeln, oder am gewöhnlichsten mittelst der Blüthe, in welcher sich bey allen Pflanzen die Staubwege (pistilla) und Staubfäden (stamina), als Geschlechtstheile, befinden. Der Staubweg enthält in den Fruchtknoten die noch unbefruchteten Saamenkörner; die Staubfäden tragen einen mit dem Blumenstaube überzognen Staubbeutel. Wenn der Blumenstaub in die Narbe des Staubwegs fällt, so dringt sein feinerer Theil bis in den Fruchtknoten und befruchtet die Saamenkörner. Bey den meisten Gewächsen fallen alsdann die übrigen Theile der Blüthe ab, der Fruchtknoten aber schwillt auf, und reift zu einer Frucht, in welcher die Saamenkörner, oft in erstaunlicher Menge, eingeschlossen sind. Diese Saamenkörner treiben in der Erde neue Wurzelfäsergen und Blattkeime, und keimen dadurch zu einer neuen Pflanze von der nemlichen Art auf. Bey den eigentlichen Moosen ist die Art der Fortpflanzung und die Gestalt der Befruchtungstheile nach Herrn D. Hedwigs Entdeckung der gewöhnlichen sehr ähnlich, bey den Aftermoosen hingegen, so wie bey den Pilzen, Trüffeln u. a. noch sehr räthselhaft und zu wenig untersucht.

Das Alter der Pflanzen ist sehr verschieden; die Eiche dauert Jahrtausende, da sich hingegen einige Arten des Schimmels nur wenige Stunden erhalten. Ueberhaupt aber werden die Pflanzen in perennirende und Sommergewächse abgetheilt, welche leztern mit dem Ende ihres ersten Sommers absterben.

Linné hat die zahllose Menge der Körper des Gewächsreichs sehr glücklich nach einem Sexualsystem geordnet, das seitdem von den meisten Naturkundigen angenommen wird.

Nach diesem System wird die Kräuterkunde oder Botanik unter andern von Schinz (Erster Grundriß der Kräuterwissenschaft, Zürich, 1775. fol.) und Suckow (Anfangsgründe der theoretischen und angewandten Botanik. Leipzig, 1786. II Th. 8.) vorgetragen.

Die Physiologie der Gewächse ist von Nehemiah Grew (Anatomy of plants. Lond. 1682. fol.), Malpighi (Anatome plantarum. Lond. 1675. fol.), Hales (Vegetable statiks. London 1738. 8) und Duhamel (Physique des arbres. Paris, 1778. II. Vol. 4.) untersucht und vorgetragen worden.

Die chymische Zerlegung der Pflanzen zeigt uns in denselben verschiedene Stoffe, welche dem Gewächsreiche ganz eigen zu seyn, und von der Natur blos in demselben bereitet zu werden scheinen. Ein vorzüglicher Bestandtheil aller Pflanzen und ihrer Theile ist der Schleim oder das Gummi, das sich im Wasser auflöset, ausgetrocknet aber hart und durchsichtig ist. Der harzichte Bestandtheil, der sich im Oel und Weingeist auflöset, s. Harze, ist bisweilen mit dem Schleime als ein Gummiharz vermischt. Das Mehl, das sich in den Saamen, Wurzeln und andern Theilen gewisser Pflanzen findet, hat, wenn seine Bestandtheile durch die Gährung gehörig verändert und verbunden sind, eine vorzüglich nährende Kraft für den thierischen Körper. Die wesentlichen Salze der Pflanzen lassen sich ziemlich auf eine einzige vegetabilische Säure bringen, die mit einem vegetabilisch-alkalischen Grundtheile Neutralsalze, z. B. den Weinstein, das Sauerkleesalz u. s. w. bildet. Die Zucker oder süssen Salze bestehen aus eben dieser sehr concentrirten Säure, die aber durch Phlogiston umwickelt und abgestumpft ist. Der zusammenziehende Stof, der die Auflösungen des Eisens in Säuren schwarz niederschlägt, und auf die thierische Faser eine adstringirende Wirkung äussert, findet sich am reinsten in den Galläpfeln. Von den Oelen, die ebenfalls dem Pflanzenreiche ganz eigen zu seyn scheinen, handlet ein besonderer Artikel. Endlich enthalten auch noch einige Pflanzen den Kampher, eine weiße, feste durchsichtige Materie, von starkem Geruch und Geschmack,

die in gelinder Wärme schmelzt, im Wasser nicht, wohl aber in Oelen und Weingeist auflöslich ist, sich sehr leicht entzündet, und mit vielem Rauch und Ruß ohne Rückstand verbrennt, ingleichen einen **ätzenden Stof**, dessen Natur noch nicht genug bekannt ist.

Durch gelinde Wirkung des Feuers werden die Körper des Pflanzenreichs gedörrt, durch stärkere erzeugen sich brenzlichte Oele, s. **Oele**; durch Verbrennung im Freyen zersetzt sich der ganze Körper, und es bleibt nur die Kohle zurück, s. **Kohle**. Die Theile, welche hiebey Flamme, Rauch und Ruß bilden, kan man durch trokne Destillation besonders darstellen. Sie bestehen aus einer großen Menge brennbarer Luft, einer sauren oder flüchtig alkalischen Flüßigkeit, und dem erst bey der Zerlegung entstandnen empyrevmatischen Oele. Die Asche der Pflanzen enthält noch viel Salztheile, vorzüglich das Gewächslaugensalz, s. **Laugensalze**.

Auch sind fast alle Körper des Pflanzenreichs der Gährung fähig, s. **Gährung**.

Nach den wichtigen Entdeckungen des Herrn **Ingenhouß** geben die Pflanzen aus ihren Stengeln und Blättern im Sonnenscheine und bey heitern Tagen dephlogistisirte Luft, s. **Gas, atmosphärisches**, und tragen dadurch sehr viel zur Reinigung der Atmosphäre bey.

Blumenbach Handbuch der Naturgeschichte, 3te Aufl. Zweyter Abschnitt: Vom Pflanzenreich.

Gren systematisches Handbuch der Chemie, I Th. Halle, 1787. gr. 8. Dritter Abschnitt.

Pfund, Libra, *Livre*. Das Pfund ist eine zu Bestimmung der Gewichte angenommene Größe, aus deren Zusammensetzungen und Eintheilungen alle übrigen Maaße des Gewichts entspringen. Das Willkührliche hiebey hat große Verschiedenheit in den Bestimmungen der Gewichte veranlasset; wovon hier einiges beygebracht werden muß, da bey physikalischen Gegenständen so oft Angaben der Gewichte vorkommen.

Das köllnische Markgewicht nimmt ein Pfund an, welches ohngefähr den 65sten Theil von dem Gewichte eines rheinländischen Cubikschuhs Wasser ausmacht, s. Wasser. Dieses Pfund wird in 2 Mark, die Mark in 8 Unzen, die Unze in 2 Loth, das Loth in 4 Quentchen, das Quentchen in 4 Pfenniggewichte eingetheilt. Der 256ste Theil des Pfenniggewichts heißt ein Richtpfennigstheil, deren also auf die Mark 65536 gehen, und die sehr bequem sind, verschiedene Gewichte mit einander zu vergleichen. Ein As nach diesem Gewichte ist der 19te Theil des Pfenniggewichts oder $13\frac{9}{19}$ Richtpf.

Das deutsche Apotheker- oder Medicinalgewicht, welches in ganz Deutschland einerley ist, und in der Physik und Chymie am häufigsten vorkömmt, legt eine Unze zum Grunde, welche etwas schwerer, als die Unze des köllnischen Markgewichts ist. Sie verhält sich nemlich zu letzterer, wie

66949 : 65536,

indem acht Unzen Medicinalgewicht 66949 Richtpf. wiegen.

Zwölf solche Unzen machen ein Pfund. Die Unze wird in 8 Drachmen, die Drachme in 3 Skrupel, der Skrupel in 20 Gran getheilt. Demnach ist

1 Unze Medicinalgewicht = $8368\frac{5}{8}$ Richtpf.
1 Gran - - - - = 17,4346 - -

Beym gemeinen, bürgerlichen oder Kramer-Gewichte werden 16 solche Unzen auf ein Pfund zusammengenommen, und man theilt demnach das Pfund in 32 Loth, das Loth in 4 Quentchen ein. Diese Pfunde aber sind fast aller Orten ungleich. Vergleichungen derselben und Nachrichten von der Eintheilung der Gewichte in mehrern Ländern findet man im Schoap (Europäische Gewichts- und Ellen-Vergleichung, Nürnberg, 1722. fol.), Crusens Hamburgischen Contoristen, Schlüter (Unterricht von Hüttenwerken, Braunschw. 1738. fol.), v. Clausberg (Demonstrative Rechenkunst, Leipzig, 1752. 8. S. 1102.), Franz C. L. Karsten (Rechenkunst, Bützow u. Wismar, 1775. 8. S. 202.). Das leipziger Pfund giebt von Clausberg genau dem köllnischen gleich.

In physikalischen Bestimmungen pflegt man, um von den Ausdrücken des gemeinen Lebens nicht allzuweit abzugehen, auch beym Medicinalgewichte Pfunde von 16 Unzen anzunehmen, die sich alsdann zum köllnischen Pfunde ebenfalls, wie 66949 : 65536 verhalten. Solcher Pfunde wiegt der rheinländische Cubikfuß Wasser nur 64 und etwas darüber, s. **Wasser**. Das köllnische Pfund hält nach diesem Verhältniße $7517\frac{1}{2}$ Gran Medicinalgewicht. **Wolf** (Nützl. Versuche Th. I. §. 2.), der die Gewichte auf eben diese Art angiebt, bemerkt dabey, das Pfund Kremergewicht halte 7496 Gran. Sein Pfund scheint also $21\frac{1}{2}$ Gran leichter gewesen zu seyn, als das köllnische.

Das französische **Troysgewicht** hat eine **Mark** von 68729 (nach Cruse von 68634) Richtpfth. Man theilt diese in 8 **Unzen**, die Unze in 8 **Gros**, den Gros in 3 **Deniers**, den Denier in 24 **Grains**. Solchergestalt hat die Unze $8591\frac{1}{8}$ (nach Cruse $8579\frac{1}{4}$) Richtpf.

Im englischen **Troygewichte** hat ein **Pfund** von 104688 Richtpf. 12 Ounces, eine Ounce 20 Pennyweights, ein Pennyweight 24 Grains, ein Grain 20 Mites. Im holländischen die **Mark** von 68985 Richtpf. 8 **Oncen**, die Once 20 **Engels**, ein Engel 32 Aasen.

Das schwedische Medicinalpfund ist um 1 Skrupel $18\frac{76}{101}$ Gran leichter, als das deutsche von 12 Unzen.

Kästner Fortsetzung der Rechenkunst, Göttingen, 1786. 8. Cap. XII. S. 455 u. f.

Gren syst. Handbuch der Chymie I Th. §. 179 u. f.

Phasen, Lichtgestalten, Lichtabwechselungen, Phases, Apparitiones planetarum, *Phases*. Diesen Namen führen die veränderlichen Gestalten der Planeten, welche von ihrer verschiedenen Beleuchtung durch die Sonne herrühren. Sie zeigen sich nemlich nur dann ganz rund, wenn sie uns eben die Helfte zukehren, welche von der Sonne erleuchtet wird: in andern Stellungen sehen wir diese Helfte nur zum Theil, oder gar nicht, und es entsteht daraus die Folge, daß der Planet bald rund, bald oval, wie eine halbe Scheibe, sichelförmig, oder wie ein völlig dunk-

ler Fleck gesehen wird. Von den Phasen des Monds ist unter dem Worte Mondphasen ausführlicher gehandlet worden.

Bey der Venus und dem Merkur hat man diese Phasen freylich erst seit Erfindung der Fernröhre wahrnehmen können. Sie gehörten aber mit zu den ersten Entdeckungen, die Galilei im Nuncio sidereo 1610 bekannt machte. Hevel (Selenographiae Prolegom. p. 58 sq.) hat sehr genaue Abzeichnungen von ihnen gegeben. Wenn die genannten Planeten in ihrer obern Conjunction mit der Sonne stehen, so wenden sie ihre erleuchtete Seite ganz gegen uns, und wir sehen sie, als runde Scheiben. Sie werden hierauf des Abends sichtbar, und fangen an, uns etwas von ihrer dunkeln Seite zu zeigen, bis sie in ihrer grösten Ausweichung von der Sonne, als halbe Scheiben, wie der Mond in den Vierteln (dichotomi), erscheinen. Von hier aus nähern sie sich der Sonne wieder, nehmen an Lichte noch mehr ab, und werden sichelförmig, aber im Durchmesser sehr groß, weil sie jetzt zwischen der Sonne und der Erde hindurchgehen. Dabey ist ihr heller Theil immer gegen Abend, oder der Sonne zugekehrt. In der untern Conjunction selbst sind sie ganz dunkel, und gehen, wenn ihr Lauf die Sonnenscheibe trift, als schwarze Flecken vor derselben vorüber, s. Durchgänge. Nunmehr treten sie auf die Abendseite der Sonne, werden des Morgens sichtbar, und erscheinen wieder sichelförmig, doch so, daß nun der helle Theil morgenwärts gekehrt ist. Sie nehmen an Lichte immer zu, aber am Durchmesser ab. In der grösten Ausweichung von der Sonne sieht man sie wieder, als halbe Scheiben. Von hieraus gehen sie langsam zur Sonne zurück, und erhalten immer mehr Rundung, bis sie endlich gegen die Zeit ihrer obern Conjunction wieder voll erscheinen. Diese Phasen sind allezeit so, wie sie aus den gegebnen Stellungen des Planeten, der Sonne, und der Erde folgen. Sie lassen sich daher leicht im voraus angeben. Die wiener Ephemeriden, und Herrn Bode Jahrbuch geben die Lichtgestalten der Venus von Monat zu Monat an.

Die obern Planeten, deren Bahnen die Erdbahn umschließen, werden von der im Mittel stehenden Sonne immer von eben der Seite her erleuchtet, von der sie die Erde sieht. Sie können also nie in Vierteln, sichelförmig oder dunkel gesehen werden. Nur, wenn sie 90 Grad von der Sonne abstehen, kan der Erde ein kleiner Theil ihrer dunkeln Helfte sichtbar werden. Beym Mars sehen wir auch in diesen Stellungen die Scheibe nicht völlig rund; beym Jupiter, Saturn und Uranus aber ist wegen ihres großen Abstands an keine Wahrnehmung von Phasen zu gedenken.

Die Phasen der Planeten zeigen, daß sie dunkle Körper sind, die, wie die Erde, blos von der Sonne erleuchtet werden. Daher war ihre Entdeckung eine so große Bestätigung des copernikanischen Systems.

Saturns Erscheinungen mit und ohne Ring, s. Saturnsring, werden bisweilen auch Phasen dieses Planeten genannt.

Phänomene, Erscheinungen, Naturbegebenheiten, Phaenomena, Apparentiae, *Phénomenes*. Der allgemeine Name **Phänomen** oder **Erscheinung** begreift alles in sich, was wir durch unsere Sinne wahrnehmen. Betrift dies einen Körper, oder ist es ein Phänomen der Körperwelt, so gehört es zu den Gegenständen der Naturlehre, welche sich mit der Erklärung dieser Phänomene beschäftiget. Wahrgenommene **Veränderungen** in der Körperwelt heissen insbesondere **Naturbegebenheiten**. Der allgemeinere Name aber ist vorzüglich bequem, weil er immer daran erinnert, daß das Wahrgenommene nur Schein ist, und sich vielleicht in der That ganz anders verhält, als wir es zu sehen glauben. Die Stellung der bekannten sieben Sterne im großen Bär ist ein Phänomen; ihre tägliche Umdrehung um den Pol, oder der Auf- und Untergang der Gestirne ebenfalls: den leztern könnte man auch eine Naturbegebenheit nennen, weil Veränderung dabey wahrgenommen wird; behält man aber das Wort Phänomen, so drückt schon der Name aus, daß beydes nur Schein sey.

Die Phänomene sind also das Resultat unserer Erfahrung, der Beobachtungen und Versuche. Sie zu sammlen, zu ordnen und zu erzählen, ist eigentlich, wenn man streng eintheilen will, das Geschäft der Naturgeschichte, im weitläuftigsten Sinne dieses Worts, s. **Naturgeschichte.** Da man aber diese Wissenschaft insgemein nur auf die Betrachtung der besondern natürlichen Körper der drey Reiche einschränkt, so bleibt eine sehr große Menge von Phänomenen ganz allein der Naturlehre überlassen, welche sich aber nicht blos mit Sammlung, Erzählung und Ordnung der Erfahrungen, sondern vornehmlich auch mit **Erklärung** der Phänomene beschäftiget.

Eine Erscheinung **erklären**, heißt, ihre Verhältniße zu den Dingen, die auf sie wirken, finden. Ein Phänomen, das gar keine bekannten Verhältniße zu andern Dingen hätte, würde **unerklärlich** seyn. Eine vollständige Erklärung müßte alle Verhältniße angeben, in welchen die Erscheinung mit den Ursachen ihres Daseyns, ihrer Erhaltung und ihrer Veränderungen stehet.

Diese vollständigen Erklärungen der Phänomene aus den Ursachen sind nun zwar das große Ziel, nach welchem der Physiker, als Ausleger der Natur, strebet; aber es ist ihm nicht immer möglich, dasselbe zu erreichen. Die Ursachen der Dinge bilden ununterbrochne Reihen von Gliedern, welche stufenweis von den nächsten Ursachen der Erscheinungen zu entferntern fortführen, endlich aber alle in eine erste allgemeine Ursache, in die Wirkung der Gottheit, zusammen laufen. Diese erste Ursache liegt ausser den Grenzen der Körperwelt, und der Mensch wird nie begreifen und übersehen, wie die Gottheit, als ein unendlicher Geist, auf die Körper wirke.

Schon diese Betrachtung zeigt, daß es in der Reihe der Ursachen Glieder gebe, bey welchen der Erklärer still stehen muß, ohne darum zu wissen, wie weit er noch vom ersten, an sich unerreichbaren Gliede, entfernt sey. Die scholastischen Physiker sprangen in solchen Fällen auf einmal zum ersten Gliede über, indem sie Erscheinungen, die sie nicht weiter zu erklären wusten, geradehin dem Willen der

Gottheit oder, nach einem gleichbedeutenden bildlichen Ausdrucke, den Neigungen und Trieben der Natur zuschrieben. Dies heißt die Kette abschneiden, nicht entwickeln. Man muß vielmehr in solchen Fällen seine Unwissenheit bescheiden gestehen, und bey weitern Vermuthungen über die Ursachen die Regeln nicht vergessen, von welchen bey dem Worte Hypothesen geredet worden ist.

Sehr oft kan man von einem Phänomen oder einer Naturbegebenheit die Ursachen durch viele Glieder der Kette zurück verfolgen. Die Erklärung ist desto schöner und vollständiger, je weiter dies möglich ist. Endlich aber kömmt man gewiß auf ein Glied, wo die Erklärung hypothetisch bleiben muß, und keine Angabe einer gewissen Ursache mehr verstattet. Bey diesem Gliede ist es allemal sehr rathsam aufzuhören, wenn man nicht Träume für Wahrheit erhaschen will.

Aber bey unzählbaren Phänomenen ist schon der erste Schritt, oder die Angabe der nächsten Ursache, nicht anders, als durch Hypothesen, möglich. Dies ist gemeiniglich der Fall bey sehr allgemeinen Phänomenen, die schon eine Menge einzelner individueller Erscheinungen in sich begreifen, z. B. bey der Bewegung, Gravitation, Elektricität, Magnetismus; ingleichen bey verwickelten Naturbegebenheiten, die aus mehrern Ursachen zugleich entstehen, z. B. den Witterungen, Winden, Barometerveränderungen u. s. w. Was nun die allgemeinen Phänomene betrift, so ist die Untersuchung ihrer Gesetze immer weit lehrreicher und für praktische Endzwecke wichtiger, als die Aufsuchung der Ursachen, s. Naturgesetze. Ich habe daher in diesem Wörterbuche immer mehr von den Gesetzen, als von den Ursachen, geredet, und über die letztern nur Meinungen der besten Denker angeführt. Bey den verwickelten Wirkungen aber ist es allerdings nöthig, durch vervielfältigte Beobachtung, Ausmessung und Vergleichung den Ursachen nachzuspüren, welche man hiebey wohl noch zu finden Hofnung hat, weil man vom letzten Gliede der Kette noch ziemlich entfernt ist.

So lang sich noch Ursachen der Erscheinungen angeben lassen, sind diese immer selbst wieder Erscheinungen, und so geht die Reihe bis zu einem gewissen allgemeinen Phänomen fort, dessen Ursache nicht mehr bekannt ist. Diese allgemeinen Phänomene oder generalisirten Erfahrungen sind die **Naturgeseze.** Mithin bestehen die physikalischen Erklärungen eigentlich darinn, daß man die Phänomene aus den Naturgesetzen herleitet, unter welchen sie als einzelne Fälle enthalten sind, oder daß man verwickelte Erscheinungen aus den mehrern Naturgesetzen begreiflich macht, aus deren Verbindung sie herkommen. Enthält man sich hiebey aller Speculation über die Naturgesetze selbst, welche nur Erfahrungssätze sind, und über die weitern Ursachen der Dinge nichts lehren sollen, so entsteht hieraus eine ziemlich sichere und richtige Kenntniß der Natur, die sich ganz auf Erfahrung und Induction gründet, so wie wir sie seit **Bacons** und **Newtons** Zeiten haben. Sie ist zwar von eingeschränkterm Umfange, als die alles erklärende Physik der Alten und des **Descartes**, und hält sich in einer bescheidnern Entfernung von der ersten Ursache der Welt; allein sie ist in dieser engern Sphäre unendlich reichhaltiger an Wahrheit und nützlicher Belehrung.

Es wird nicht überflüßig seyn, diesen Bemerkungen die vortreflichen Regeln beyzufügen, welche **Newton** (Philos. natur. principia. Lib. III.) für die Erklärungen der Phänomene aus den Ursachen vorschreibt. Ich übersetze die ganze Stelle wörtlich.

„1. **Man muß nicht mehr Ursachen zulassen, als durch Erfahrung erwiesen, und zur Erklärung der Phänomene nöthig sind.** Die Natur thut nichts vergeblich: es wäre aber vergeblich, durch mehr Ursachen zu bewirken, was durch eine erreicht werden kan. Die Natur ist einfach, und verschwendet nichts überflüßig.

2. **Also müssen gleichartige Wirkungen, soviel möglich, einerley Ursache zugeschrieben werden,** z. B. das Athmen beym Menschen und bey Thieren, der Fall schwerer Körper in Europa und in Amerika, das Licht beym Küchenfeuer und bey der Sonne, die Zu-

rückwerfung des Lichts von der Erde und von den Planeten.

3. Eigenschaften der Körper, welche nicht grösser oder kleiner werden können, und sich an allen Körpern finden, mit denen man Versuche anstellen kan, sind für allgemeine Eigenschaften aller Körper zu halten. Man erfährt doch die Eigenschaften der Körper nur durch Versuche, und muß also die für allgemein halten, die sich bey den Versuchen allgemein zeigen; und was nicht kleiner werden kan, kan auch nicht ganz wegfallen. Wenigstens darf man nicht ohne Grund und den Versuchen zuwider Träume erdichten, oder von der Analogie der Natur abgehen, die so einfach und sich immer so gleich bleibt. Die Ausdehnung der Körper, die nur durch die Sinne bekannt wird, kan nicht bey allen Körpern gefühlt werden; aber weil sie allen fühlbaren zukömmt, wird sie allen überhaupt zugeschrieben. Viele Körper zeigen sich durch die Erfahrung hart. Die Härte des Ganzen aber entsteht aus der Härte der Theile, und wir schliessen daraus richtig, daß die letzten Theilchen nicht nur bey den Körpern, die wir fühlen, sondern auch bey allen andern, hart sind. Daß alle Körper undurchdringlich sind, folgern wir nicht aus Vernunftschlüßen, sondern aus dem Gefühl. Wir finden die undurchdringlich, die wir behandlen, und schliessen daraus, die Undurchdringlichkeit sey eine Eigenschaft aller Körper. Daß alle Körper beweglich sind, und ihrer Trägheit gemäß in Bewegung und Ruhe beharren, schliessen wir aus dem Daseyn dieser Eigenschaften an den gesehenen Körpern. Die Ausdehnung, Härte, Undurchdringlichkeit, Beweglichkeit und Trägheit des Ganzen entsteht aus der Ausdehnung, Härte u. s. w. der Theile; wir folgern hieraus, daß alle kleinste Theile aller Körper ausgedehnt, hart, undurchdringlich, beweglich und träg sind. Dies sind die Gründe der ganzen Physik. Weiter wissen wir aus den Phänomenen, daß abgesonderte und sich berührende Theile der Körper von einander getrennt werden können, und die Mathematik erweiset, daß auch die letzten Theile wenigstens im Verstande noch in kleinere zerlegt werden können. Ob nun

aber diese zerlegten und im Körper ungetrennten Theile durch natürliche Kräfte getrennt werden können, ist ungewiß. Wüßten wir nur aus einem einzigen Beyspiele, daß ein solcher Atom beym Zerbrechen eines harten Körpers mit zertheilt worden wäre, so würden wir nach der obigen Regel schließen, daß man nicht blos die gröbern Theile trennen, sondern auch die letzten bis ins Unendliche theilen könne.

Wenn endlich Versuche und astronomische Beobachtungen allgemein bestätigen, daß alle Körper auf der Erdfläche gegen die Erde, jeder nach der Menge seiner Materie, schwer sind, daß der Mond gegen die Erde, gleichfalls nach der Menge seiner Materie, daß unser Meer hinwiederum gegen den Mond und alle Planeten gegen einander schwer sind, und daß die Kometen eine ähnliche Schwere gegen die Sonne haben; so wird man dieser Regel zufolge sagen müssen, daß alle Körper gegen einander gravitiren. Der Schluß aus den Phänomenen von der allgemeinen Schwere wird sogar noch stärker seyn, als der Schluß auf die Undurchdringlichkeit der Körper, von der wir bey den Himmelskörpern weder Versuche noch Beobachtungen haben. Dennoch behaupte ich nicht, daß die Schwere den Körpern wesentlich sey. Zum Wesen der Körper rechne ich von Kräften nichts, als die Trägheit. Diese ist unveränderlich. Die Schwere nimmt ab, bey größern Entfernung von der Erde.

4. In der Experimentalnaturlehre müssen die aus Induction geschloßnen Sätze, wenn ihnen auch Hypothesen entgegenstünden, dennoch so lange für genau oder doch beynahe wahr gehalten werden, bis sie durch andere Phänomene genauer berichtiget, oder gewissen Ausnahmen unterworfen werden. Sonst würde der Schluß aus Induction durch bloße Hypothesen aufgehoben."

Der Physiker verfährt analytisch, wenn er aus gesammleten zweckmäßigen Phänomenen das, was sie gemein haben, absondert, um daraus Naturgesetze herzuleiten, oder zur Kenntniß der Ursachen zu gelangen; synthetisch,

wenn er aus bekannten Naturgesetzen oder erwiesenen Ursachen die Folgen für gegebne einzelne Fälle herleitet.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. I. §. 31 sqq. Die Kunst, zu beobachten, von Joh. Senebier a. d. Frz. von Gmelin, Leipzig, 1776. 8. S. 291 u. f.

Phlogiston, **Brennbares**, **brennbares Wesen**, **brennbarer Stof**, **Brennstof**, Phlogiston, Materia inflammabilis, Principium inflammabile s. ignescens, *Phlogistique*. Die Chymisten belegen mit dem Namen des Phlogistons eine von ihnen angenommene reinste und einfachste entzündbare Grundsubstanz.

Es zeigt sich bey den Wirkungen des Feuers auf die Körper ein beträchtlicher Unterschied zwischen den letztern. Einige brechen, bey starken Graden der Hitze mit Zutritt der Luft, in eine Flamme aus, die sie aus sich selbst zu unterhalten und zu ernähren scheinen, bis sie durch die Wirkung derselben völlig zersetzt sind. Andere werden durch eben so starke Grade der Wärme zwar bis zum Leuchten oder Glühen erhitzt, aber sie brechen nicht in Flamme aus, und ohne das Feuer durch sich selbst zu unterhalten, hören sie auf zu glühen und erkalten, wenn man aufhört, ihnen von aussen Wärme mitzutheilen. Jene heissen **brennbare** oder **verbrennliche**, diese **unverbrennliche** Körper.

Die Chymisten haben von jeher geglaubt, daß die Fähigkeit der Körper, das Feuer zu nähren, die **Entzündbarkeit** oder **Verbrennlichkeit**, von einem Bestandtheile herrühre, der den unverbrennlichen Körpern mangelt. Nur hat man sich von diesem brennbaren Grundstoffe ehedem sehr unbestimmte Begriffe gemacht, seine Einheit und Identität verkannt, und ihn mit den zusammengesetztern Stoffen verwechselt, in denen er in vorzüglicher Menge enthalten ist. Nichts war z. B. bey den ältern Chymikern gewöhnlicher, als die Entzündlichkeit der Körper von einem darinn befindlichen Oele oder Schwefel herzuleiten.

Becher setzte zuerst unter die Grundstoffe der Körper eine eigne **Erde**, die er unter dem Namen der **entzündlichen** (terra inflammabilis s. secunda) von den übrigen

elementarischen Erden unterschied, s. **Grundstoffe.** Aber den eigentlichen Grund der angenommenen Lehre vom Brennbaren legte Stahl (Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten Sulphure. Halle 1718. 8. ingl. Experimenta observ. animadv. CCC. Berol. 1731. 8), der die Einheit dieses Wesens überzeugend darstellte, es für das an eine zarte Erde gebundne Feuer erklärte, und unter dem Namen **Phlogiston** oder **brennbarer Grundstof** (principium inflammabile) in die Chymie einführte, in der es sich seitdem immerfort behauptet hat.

Da man es aber unmöglich fand, diesen Grundstof rein und von allen Verbindungen befreyt darzustellen und zu untersuchen, so wurden die Begriffe, die man sich von ihm machte, ungemein oft abgeändert. Eine große Anzahl von Chymikern sahe das Phlogiston für nichts anders, als für das Feuer selbst an, das nur in den Körpern auf verschiedene Art modificirt oder gebunden sey, bey der Verbrennung aber frey werde. Dahin gehören die Meinungen der Herren **Pott, Wallerius, Weigel** und **Baume**, die ich bey dem Worte **Feuer** (Th. II. S. 213.) angeführt habe, wozu man auch **Henkels** Behauptungen (Flora Saturnizans, S. 375.) setzen kan, daß das Phlogiston ein elementarisches an einen zarten erdigten Grundstof gebundenes Feuer sey. **Macquer** (Chymisches Wörterbuch, Art. **Brennbares**) hält die Lichtmaterie selbst, wenn sie frey ist, für das reine elementarische Feuer, und wenn sie ein Bestandtheil der Körper geworden ist, für fixes Feuer oder Phlogiston. Andere hingegen haben das Brennbare vom Feuer ausdrücklich unterschieden, wie z. B. **Boerhave**, und **Johann Friedrich Meyer**, welcher letztere es gar nicht für einfach, sondern für eine Zusammensetzung aus Licht, fetter Säure, Erde und Wasser annahm, welche in jedem Körper, wenn er brennen solle, vorhanden seyn müsse.

Seit den letztern funfzehn Jahren haben die neuern Entdeckungen über die verschiedenen Gasarten in der Lehre vom Phlogiston und der Verbrennung wichtige Veränderungen veranlasset. Man hat gefunden, daß die atmo-

sphärische Luft durch den in ihr befindlichen reinern Bestandtheil, s. Gas, dephlogistisirtes, hiebey auf eine sehr beträchtliche Art mitwirkt. Wie nun dieses geschehe, hat man wiederum durch verschiedene neuere Hypothesen begreiflich zu machen gesucht, welche bey den Worten Feuer und Verbrennung erklärt werden, und aus denen hieher nur die Begriffe gehören, welche sich ihre Urheber von der Natur und den Eigenschaften des Phlogistons gemacht haben. Diese Begriffe will ich am Ende des Artikels anführen. Es wird aber zu besserer Beurtheilung derselben dienen, wenn ich das vorausschicke, was die chymischen Erfahrungen überhaupt seit Stahls Zeiten von den Erscheinungen des verbrennlichen Stoffes gelehrt haben.

Man hat es hiebey mit einer hypothetischen Substanz zu thun, die sich nicht, wie andere, abgesondert darstellen, aufbewahren und prüfen läst, deren Daseyn und Eigenschaften also nur aus den Veränderungen erkannt werden, die sich an den Körpern zeigen, wenn man sie von ihnen trennt oder mit ihnen verbindet. Getrennt wird das Phlogiston von den Körpern durch die Verbrennung an freyer Luft oder durch die Wirkung anderer Stoffe, welche mit dem Brennbaren eine starke Verwandtschaft haben, dergleichen z. B. die Luft und die Säuren sind: verbunden wird es mit Körpern, die mit ihm in Verwandtschaft stehen, durch innige Vereinigung mit Stoffen, welche viel Phlogiston enthalten, z. B. durch Auflösung in Oelen oder Schmelzung mit Kohlenstaub. Jedes Verfahren, wobey Phlogiston von den Körpern mit Beyhülfe der Luft getrennt wird, heist ein **phlogistischer Proceß.**

Die Verbindung der Körper mit dem Phlogiston an sich macht sie weder warm, noch leuchtend, noch flüßig, sie vermindert aber ihre Härte und Feuerbeständigkeit, und vermehrt ihre Schmelzbarkeit. Sie giebt den meisten Körpern mehr Geruch und Farbe, daher auch einige Chymisten das Brennbare als die Grundsubstanz der Gerüche und Farben haben ansehen wollen.

Das Phlogiston verbindet sich sehr leicht mit verschiedenen Gasarten, mit den Säuren und mit einigen Erden,

besonders den metallischen. Vorzüglich stark ist seine Verwandtschaft mit der Vitriolsäure, die jeden andern Körper verläßt, um sich mit dem Brennbaren zu vereinigen, und mit demselben einen Schwefel zu bilden, der sich immer ähnlich bleibt, es mag die Vitriolsäure mit Fetten, Harzen, Oelen, Kohlen, Metallen, oder andern brennbaren Materien bearbeitet werden. Diese Gleichheit des Schwefels aus einerley Säure und so verschiedenen Substanzen ist ein Hauptgrund für die Einheit und Gleichheit des Brennbaren, das diese Substanzen enthalten. Die Vitriolsäure erhält durch diese Verbindung mehr Geruch, Farbe und Flüchtigkeit, und verliert ihre sonst so große Geneigtheit, sich mit dem Wasser zu verbinden, gänzlich. Dies leztere scheint Bechern, Stahlen und so viele andere Chymisten bewogen zu haben, das Phlogiston dem Wasser ganz entgegenzusetzen, und es für ein troknes Principium, für eine Erde oder an eine zarte Erde gebunden zu halten. Es liegt aber hierinn der falsche Begrif, als ob die Trockenheit der Flüßigkeit wesentlich entgegengesetzt sey, da doch beydes nur Zustände der Körper sind, und die Flüßigkeit, selbst beym Wasser, nur zufällige Wirkung der Wärme ist, durch die auch der Schwefel flüßig wird, da hingegen die Kälte das Wasser in ganz troknes Eis verwandlet. Uebrigens muß die Vitriolsäure, wenn ein wahrer Schwefel entstehen soll, ihr überflüßiges Wasser verlieren, weil sonst nur flüchtige Schwefelsäure erzeugt wird, s. Schwefel, Vitriolsäure, Gas, vitriolsaures.

Auch mit der Salpetersäure hat das Brennbare eine sehr starke Verwandtschaft. Der concentrirte oder rauchende Salpetergeist wird durch eine glühende Kohle entzündet, und verursacht mit den Oelen aller Art freywillige Entzündungen, welche noch heftiger werden, wenn man durch beygemischte Vitriolsäure alles noch überflüßige Wasser gebunden hat. Die mit dem Brennbaren verbundne Salpetersäure ist sehr flüchtig, und giebt an der Luft rothe Dämpfe, bey Ausschließung der Luft aber das Salpetergas von sich, das sich bey Berührung der Luft wieder in rothen Dampf verwandlet, s. Gas, salpeterartiges. Die dephlogisti-

firte Salpetersäure erlangt auch durch bloße Berührung der Luft oder eines entzündlichen Körpers ihre gelbe Farbe und dampfende Eigenschaft wieder, s. Salpetersäure. Alle salpetersauren Neutral- und Mittelsalze zeigen in der Hitze mit brennbaren Körpern verbunden, das merkwürdige Phänomen des Verpuffens, s. **Verpuffen**, das sich zwar durch die Leichtigkeit des Verbrennens in der aus dem Salpeter entbundenen dephlogistisirten Luft erklären läßt, an dem aber doch auch die Verbindung der Salpetersäure mit dem Phlogiston einen eignen Antheil haben kan.

Die Küchensalzsäure äussert im gewöhnlichen Zustande wenig Wirkung auf brennbare Körper. Becher schrieb dies einer in dieser Säure enthaltenen Mercurialerde zu; aber neuere Entdeckungen haben gezeigt, daß die gewöhnliche Salzsäure selbst schon mit Phlogiston verbunden ist, s. **Salzsäure, dephlogistisirte.** Die dephlogistisirte Salzsäure, die sich blos in elastischer Form darstellen läßt, wirkt auf verbrennliche Körper mit vieler Kraft, und der Phosphorus entzündet sich in ihr freywillig. Die Phosphorsäure bildet durch ihre Verbindung mit dem Brennbaren den Phosphorus.

Mit den erdigten Theilen aus dem Pflanzen und Thierreiche verbindet sich das brennbare Wesen ihrer Oele und Fettigkeiten beym Glühen in verschloßnen Gefäßen zu einer **Kohle**, welche, wenn man den Zutritt der Luft verwehret, die gröste Gewalt des Feuers ohne Veränderung aushalten kan. Werden aber Materien, die mehr Verwandtschaft zum Phlogiston haben, als die vegetabilischen und thierischen Erden, im Feuer mit Kohlenstaub bearbeitet, so verläßt das Brennbare die Kohle, um sich mit den mehr verwandten Stoffen zu verbinden. Dies ist ein vortrefliches Mittel, das Phlogiston mit den Säuren und metallischen Kalken zu verbinden.

An den metallischen Substanzen zeigen sich die Wirkungen des Brennbaren auf eine sehr hervorstechende Art. Durch die Entziehung dieses Stofs kan man den Metallen ihre regulinische Gestalt nehmen, und sie in Erden oder Kalke verwandlen, welche durch hinzugesetztes Phlogiston wieder

zu den vorigen Metallen reducirt werden, s. Metalle, Verkalkung, Reduction. Die Verkalkung geschieht entweder durch ofnes Feuer (d. i. durch Verbrennung an der Luft) oder durch Verpuffen mit Salpeter, oder durch Auflösung in Säuren, oft sogar durch bloße Aussetzung an die Luft. Die Reduction geschieht durch Schmelzung mit Kohlen, bisweilen auch durch bloße Anbringung phlogistischer Dämpfe, und ist sogar auf dem nassen Wege möglich, wenn sich dabey das Brennbare von der Feuchtigkeit genau absondern kan.

Da die metallischen Kalke härter, feuerbeständiger, lockerer, unschmelzbarer und weniger glänzend, als die Metalle selbst sind, so ist klar, daß die Geschmeidigkeit, Flüchtigkeit, Dichte, Schmelzbarkeit und der Glanz der letztern von dem in ihnen enthaltenen Brennbaren herrühre. Selbst ihre Auflöslichkeit in den Säuren ist diesem Stoffe zuzuschreiben. Die metallischen Erden verlieren alle diese Eigenschaften desto mehr, je genauer sie vom Phlogiston getrennt werden.

Gegen Vereinigung mit dem Wasser zeigt das Phlogiston eine entschiedene Abneigung, sogar daß die Gegenwart des Wassers ein Hinderniß seiner genauen Vereinigung mit der Vitriol- und Salpetersäure wird. Dennoch findet man es von der Natur mit Wasser vereiniget in allen brennbaren Substanzen des Thier- und Pflanzenreichs, in den Oelen, Harzen, Fettigkeiten, brennbaren Geistern u. s. w. wobey vielleicht Erde und Säure als Zwischenmittel wirken.

Aus den Oelen reißt das Phlogiston bey der Verbrennung saure, wäßrige und erdigte Bestandtheile mit sich fort, welche die Flamme und den Rauch bilden helfen. Ein Theil des Brennbaren verbindet sich dabey sehr genau mit der Erde zu einer schwarzen, schwer verbrennlichen Kohle, dem sogenannten Lampenschwarz oder Lampenruß, in welchem einst Stahl das reine Phlogiston zu finden glaubte. Wenn die Verbrennung schnell und heftig genug ist, erzeugt sich dergleichen nicht, wie bey der Argandischen Lampe, s. Lampen. Uebrigens sind die Oele, die Kohlen und der Lam-

penruß unter allen Körpern am meisten geschickt, durch sie das Brennbare an andere Substanzen zu versetzen.

Die brennbaren Geister sind zugleich verbrennlich und mit Wasser mischbar. Sie enthalten Brennbares und Wasser zugleich, wie die Oele; aber ihre Flamme ist weniger leuchtend, und läßt nichts rußartiges zurück. Durch Bearbeitung mit Säuren scheinen die Geister den Oelen näher gebracht zu werden, s. **Aether**; es ist aber unentschieden, ob die Säure dabey mehr auf das Wasser, oder auf das Brennbare wirke.

Jeder phlogistische Proceß verwandlet die mitwirkende atmosphärische Luft in ein irrespirables phlogistisirtes Gas. Daß hiebey der reinere Theil der Luft in andere Verbindungen tritt, ist ausgemacht; auch ist wahrscheinlich, daß der zurückbleibende unreine Theil, der schon an sich Phlogiston zu enthalten scheint, noch mehr davon an sich nehme, s. **Gas, phlogistisirtes** (Th. II. S. 404 u. f.), **Verbrennung**.

Bey allen phlogistischen Processen nimmt die Luft, in der sie vergehen, an Umfange sowohl, als an absolutem Gewichte desto stärker ab, je reiner sie ist. Sehr merkwürdig ist es, daß der Rückstand des phlogistisirenden oder zersetzten Körpers, wenn nichts Flüchtiges aus ihm verlohren geht, gerade eben soviel an Gewicht zunimmt, als die Luft abnimmt. So erhält man aus einem Gran Phosphorus durchs Verbrennen 1½ Gran Phosphorsäure, und aus 100 Pfund Bley durchs Verkalken 110 Pfund Bleykalk. Dagegen verlieren die Metallkalke diesen Zusatz am Gewichte wieder, wenn man ihnen das Brennbare durch die Reduction wiedergiebt, so wie die Luft am Gewichte verliert, wenn man sie phlogistisiret. Es sieht fast so aus, als ob das Brennbare ein Stof wäre, der das Gewicht der Körper durchs Hinzukommen verminderte, durchs Weggehen vermehrte; ein Stof von negativer Schwere, oder absoluter Leichtigkeit, s. **Leicht**. Aber es müssen ja eben diese Phänomene auch erfolgen, wenn das Phlogiston an die Stelle einer schwerern Materie tritt, und

beym Weggehen seinen Platz derselben wieder einräumt, daß also die Erscheinungen noch nicht nöthigen, wider alle Analogie einen leichtmachenden Stof anzunehmen.

Man hat das Brennbare bisher noch nicht abgesondert in palpabler Form darstellen können: es gehört also noch immer zu den blos angenommenen Stoffen. Daher giebt es auch ein System, das alle Erscheinungen ohne Phlogiston zu erklären sucht. Die angeführten Phänomene betreffen freylich nur die verbrennlichen und unverbrennlichen Körper, nicht unmittelbar das Brennbare selbst; wer sie aber zusammen überdenkt, wird doch gewiß das Daseyn eines solchen Stofs sehr wahrscheinlich finden, wenn es auch nicht direct daraus erwiesen werden kan. Am freysten von fremden Verbindungen scheint sich das Phlogiston in der brennbaren Luft zu zeigen, in deren Zusammensetzung man nichts, als Brennbares, und vielleicht etwas Wasser, findet, und die daher auch von Kirwan für das reine Phlogiston in elastischer Form erklärt worden ist, s. Gas, brennbares (Th. II. S. 370.). Ich habe nun noch die Begriffe hinzuzusetzen, welche sich die neuern Chymiker, diesen Erfahrungen gemäß, vom Brennbaren gemacht haben.

Scheele, der die dephlogistisirte oder Feuerluft selbst entdeckt und genaue Versuche darüber angestellt hatte (Chem. Abhandl. von Luft und Feuer, 2te Ausg. Leipzig, 1782. 8.), erklärte das Phlogiston für ein ganz einfaches elementarisches Wesen. Dieses Element mit der Feuerluft verbunden, macht nach seinem System die umherstralende Hitze aus. Er gründet diese Behauptung auf Versuche, welche doch nichts weiter beweisen, als daß die Luft durch Verbrennung desto mehr vermindert werde, je mehr sie Feuerluft enthält. Er erklärt aber diese Verminderung für eine Verwendung der Feuerluft zu Erzeugung der Hitze, mit der sie sich alsdann durch die Wände der Gefäße zerstreue. Daß man die Hitze in Feuerluft und Phlogiston zerlegen könne, schließt er aus gewissen Reductionen der Mettallkalke, welche durch bloße Hitze ohne

zugesetztes Brennbares erfolgen, und bey denen man allemal dephlogistisirte Luft erhält, wobey also die durchs Gefäß dringende Hitze nach seiner Erklärung vom Kalke zersetzt wird, ihm das Brennbare wieder giebt und die Feuerluft zurückläßt. Aber alle diese Phänomene lassen sich auch anders erklären, und sind wenigstens nicht zwingende Beweise. Uebrigens sollen nach diesem System auch das Licht und die brennbare Luft aus eben den Stoffen, nemlich aus Phlogiston und Feuerluft bestehen. Man wird die Unwahrscheinlichkeit dieser Behauptungen leicht wahrnehmen. Der Satz, den eigentlich die Versuche lehren, daß bey **Verbindung des Brennbaren mit der Feuerluft Hitze, und oft Licht, entsteht**, ist sehr wahr und eine wichtige Entdeckung des Herrn Scheele. Nur blieb dieser große Chymist allzubuchstäblich bey dem Satze stehen, wenn er Hitze und Licht für wirkliche Zusammensetzungen aus Brennbarem und Feuerluft erklärte.

Lavoisier hingegen, welcher nebst **Bayen** durch zahlreiche Versuche so wahrscheinlich gemacht hat, daß die Zunahme des Gewichts bey der Verkalkung von dem hinzugekommenen Antheile dephlogistisirter Luft herrühre (s. Kalke, metallische), glaubte das Phlogiston ganz entbehren und alles aus der dephlogistisirten Luft allein erklären zu können. Es ist hieraus das jetzt so berühmte **antiphlogistische System** entstanden, welches **Lavoisier** seit dem Jahre 1777 (in verschiedenen Abhandlungen in den Mem. de Par. 1777 u. f. Jahre, und vor kurzem in s. Traité élémentaire de chimie presenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes. à Paris, 1789. 8.) vorgetragen und vertheidiget hat. Dieses System sucht die Idee vom Phlogiston gänzlich aus der Chymie zu entfernen, und alles aus der Zersetzung der dephlogistisirten Luft in ihre zwo angenommenen Bestandtheile, den **Feuerstof**, und den säuremachenden **Grundstof** (base oxygène) herzuleiten. Was nach den Stahlischen Begriffen Entziehung des Brennbaren ist, wird hier als Verbindung mit dem Grundstoffe der Säure betrachtet; was man gewöhnlich als Vereinigung mit Phlogiston ansieht, heißt hier Be-

freyung vom säuregebenden Grundstoffe u. s. f. Dieses säuremachende Princip verbindet sich in jedem phlogistischen Processe mit dem Rückbleibsel des zersetzten Körpers, und bildet damit eine neue Zusammensetzung, z. B. mit dem Kohlenstoffe Luftsäure, mit den Metallen metallische Kalke, mit dem Schwefel Vitriolsäure, mit dem Phosphorus Phosphorsäure u. s. w. Die Reductionen hingegen erfolgen durch die Entziehung des Princips der Säuren, welches sich wieder mit dem dabey gebrauchten Wärmestof verbindet, und aufs neue eine dephlogistisirte Luft oder ein anderes Gas bildet, u. s. f. So werden die Erklärungen dieses Systems gerade die Umgekehrten von den gewöhnlichen, und nun kan es nicht mehr befremden, wenn man die Kalke schwerer, als das verkalkte Metall, die entstandne Vitriol- und Phosphorsäure schwerer, als den dazu gebrauchten Schwefel und Phosphorus rc. findet, weil die Operationen der Verkalkung und Verbrennung nicht als Entziehungen des Brennbaren sondern als Hinzukommen des *Principe oxygène* betrachtet werden. Es entsteht hieraus eine ganz neue Theorie, in welcher viele Körper als Zusammensetzungen betrachtet werden, die man gewöhnlich für Bestandtheile anderer annimmt, z. B. die Metallkalke sind aus Metall und Grundstof der Säure zusammengesetzt, statt daß man sonst die Metalle aus den metallischen Erden und dem Phlogiston bestehen läßt.

In Frankreich, wo schon Buffon (Supplem. de l'histoire natur. To. II. p. 61. edit. in 12mo.) das Phlogiston für ein bloßes Wesen der Systeme erklärt hatte, fand dieses antiphlogistische System ungemeinen Beyfall, und noch jetzt sind ihm viele der berühmtesten Chymisten zugethan. Es ist auch nicht zu läugnen, daß die Erklärungen dabey sehr einfach und leicht ausfallen, und daß es den besten Regeln gemäß ist, einen blos angenommenen Stof wieder zu verwerfen, sobald sich die Phänomene auch ohne ihn erklären lassen. Allein was gewinnt man wohl durch Verwerfung des Phlogistons, wenn man an dessen Stelle ein entgegengesetztes säureerzeugendes Principium einführt,

dessen Daseyn eben so hypothetisch ist, und dessen Gegenwart in der reinen Luft eben so wenig erwiesen werden kan? Bey den Rückbleibseln der meisten Verbrennungen, und bey vielen Metallkalken zeigt sich keine Spur eines solchen sauren Princips. Ueberdies muß bey dieser Theorie noch ein eigner Kohlenstof angenommen werden, ein unbekanntes Etwas, worunter im Grunde doch nichts anders, als das Phlogiston selbst verstanden werden kan. Die Sätze, daß die phlogistischen Processe mit Zersetzung der dephlogistisirten Luft verbunden sind, daß dabey Wärmestof frey wird, und daß der Grundtheil der Luft sich mit dem phlogistisirenden Körper verbindet, sind durch die schönen Versuche des Herrn **Lavoisier** allerdings sehr wahrscheinlich geworden; aber sie nöthigen noch nicht, das Phlogiston ganz zu verwerfen. Sie zeigen, daß der brennbare Körper etwas annimmt; aber sie widerlegen nicht, daß er dagegen auch etwas verliere, weil noch immer die Möglichkeit einer Verwechselung der Stoffe übrig bleibt.

Eine solche Verwechselung nimmt **Crawfords** Theorie an s. **Feuer** (Th. II. S. 218.), nach welcher das Phlogiston als ein dem Feuer oder dem Wärmestof entgegengesetztes Wesen betrachtet wird, dessen Gegenwart in den Körpern die Fähigkeit, Feuer zu binden, vermindert, so wie durch dessen Entziehung eben diese Fähigkeit vergrössert wird. Hiebey wird zugleich in der reinen Luft eine große Menge von gebundenem Wärmestof und eine starke Anziehung gegen das Phlogiston angenommen. Wird nun durch irgend ein Mittel das Phlogiston der brennbaren Körper frey gemacht, und kömmt in Berührung mit der Luft, so zieht es der reinere Theil derselben an, und verbindet sich mit ihm zu einer Materie, von der sich oft ein großer Theil mit dem Rückstande des Körprrs vereiniget und dessen Gewicht vermehrt. Die Luft läßt dagegen eine große Menge ihres gebundnen Wärmestofs frey, der zum Theil in den Körper geht, und die Hitze unterhält, zum Theil aber zur Bildung der Flamme mit allen Merkmalen des Feuers verwendet wird. Nach dieser Theorie ist also das **Phlogiston** ein eigenthümlicher elementarischer

Grundstof, der zwar den Grund des entstehenden Feuers nicht in sich selbst hat, aber doch den Stof desselben aus der Luft entbindet, und also immer noch den Namen des entzündlichmachenden Principii verdienet.

Man findet die Einwürfe; welche sich gegen diese sinnreiche Theorie machen lassen, bey den Worten **Feuer, Wärme, Verbrennung.** Ich bemerke hier nur, daß diese Einwürfe den Begrif vom Phlogiston wenig treffen, und daß es hiebey sehr begreiflich wird, wie das Gewicht der Metallkalke und des Rückstands von verbranntem Schwefel und Phosphorus zunehmen, und wie eine Reduction gewisser Kalke ohne zugesetztes Phlogiston erfolgen könne, weil das entweichende Brennbare durch einen Theil der Luft ersetzt wird, der im zersetzten Körper zurück bleibt und dessen Gewicht vermehrt, weil er schwerer ist, als das entwichene Brennbare war. Hat sich dieser Grundtheil der reinen Luft noch mit etwas Brennbaren zu einem neuem Stoffe verbunden, so kann durch die Hitze dieser Stof wieder zersetzt, sein Brennbares zur Reduction verwendet, und der Grundtheil wiederum als reine Luft dargestellt werden.

Kirwan (Vers. und Beob. über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiston, a. d. engl. von **Crell,** Berlin und Stettin, 1783. 8. 2tes Stück, 1785. 8.) hält das Phlogiston für den Stof der reinen brennbaren Luft, und behauptet, daß es mit der dephlogistisirten Luft verbunden, Luftsäure bilde. Gegen das letztere lassen sich erhebliche Einwendungen machen, da bey vielen Verbrennungen, die das Gewicht stark vermehren, z. B. beym Phosphorus, gar keine Luftsäure erzeugt wird. Das erste aber, daß die brennbare Luft das Phlogiston selbst sey, scheint mit **Crawfords** Theorie, die **Kirwan** doch sonst in allem annimmt, darum nicht übereinzustimmen, weil die Luftgestalt, als eine Wirkung des gebundnen Feuers, bey dem Phlogiston schwerlich statt finden kann, da diese Substanz das Feuer vielmehr vertreiben als in sich nehmen soll; es müßte denn die Vereinigung durch irgend ein Zwischenmittel geschehen. **Senebier** hat in der brennba-

ren Luft noch Wasser gefunden, s. **Gas, brennbares** (Th. II. S. 370.).

Sollte sich das bestätigen, was die Versuche der Herren **Lavoisier, Cavendish** und **Watt** so wahrscheinlich machen, daß die dephlogistisirte Luft ein des Phlogistons beraubtes und in Luftform dargestelltes Wasser sey, so würde ihre Verbindung mit dem Phlogiston nach dem Crawfordischen System Wasser bilden, und dies würde nun die Materie seyn, welche das Gewicht der Rückstände und der Metallkalke vermehrte. Herr **de Lüc** hält die Verwandlung der dephlogistisirten Luft in Wasser, wenn sie sich mit brennbarer zersetzt, für entschieden, s. **Feuer** (Th. II. S. 228.), und erfordert diese Zersetzung, wenn die Verbrennung lebhaft und vollkommen seyn soll, wie bey der Argandischen Lampe. Bey schwachen und unvollkommnen Verbrennungen, wobey nach seiner Meinung die dephlogistisirte Luft nicht zersetzt wird, geht auch aus dem brennenden Körper keine brennbare Luft, sondern nur das hervor, was sonst in die Zusammensetzung der brennbaren Luft kömmt, und was, nach seinem eigenen Ausdrucke, vielleicht das sogenannte **Phlogiston** ist, womit sich die dephlogistisirte Luft auf eine bisher noch dunkle Art in fixe Luft verwandlet. In Herrn de Lüc Sprache ist also das Phlogiston die schwere Substanz, und das Feuer das fortleitende Fluidum der brennbaren Luft. Diese innige Vereinigung beyder streitet allerdings gegen Crawfords Theorie, der aber auch Herr de Lüc starke Gründe entgegengesetzt hat.

Herr **D. Gren** (System. Handbuch der gesamten Chemie I Th. Halle, 1787. gr. 8. §. 331. ingl. Grundriß der Naturlehre, Halle 1788. 8. §. 749. u. f.) hält das Phlogiston für **gebundne Materie der Wärme und des Lichts zugleich**, oder für gebundnes Feuer, aus dem simplen Grunde, weil man bey Befreyung desselben aus den brennenden Körpern Wärme fühle und Licht sehe. Wird es durch Erhitzung oder andere Mittel frey gemacht, so zeigt es sich zersetzt mit Licht und Wärme, wird aber von der reinen Luft angezogen, und von neuem zum Phlo-

giston gebunden, wodurch die Luft selbst phlogistisirt wird. Nun kann nach Crawfords Versuchen phlogistisirte Luft nicht soviel gebundne Wärme halten, als reine; sie läßt daher einen Theil ihrer Wärme frey, und befördert dadurch die Verbrennung. Ohne reine Luft findet keine Entziehung des Brennbaren statt, weil kein Auflösungsmittel für dasselbe vorhanden ist. Das Phlogiston kan auch unzersetzt aus einem Körper in einen andern übergehen, wie z. B. in die Säuren aus Metallen, wobey sich also kein Feuer zeigt. Hieraus werden nun die meisten Erscheinungen so leicht und glücklich hergeleitet, daß man bis hieher diesem Systeme den Beyfall kaum versagen kan.

Aber, um die Verminderung des Umfangs und absoluten Gewichts der phlogistisirten Luft, ingleichen die Vermehrung des Gewichts der Rückstände zu erklären, nimmt Herr Gren mit de Morveau u. a. Wärmestof und Phlogiston für Materien von negativer Schwere, für Stoffe an, die durch ihr Hinzukommen das Gewicht der Körper vermindern. Freylich wird hiedurch der Knoten auf einmal zerschnitten; aber durch eine höchst gewagte und gegen alle Analogie streitende Hypothese. Nach den Regeln der physikalischen Erklärungskunst sind alle Materien für schwer zu halten, weil alle bekannte Materien schwer sind, bis deutliche Erfahrung lehren wird, daß eine nicht schwer sey. Nun führt zwar Herr Gren von die Erfahrungen Fordyce an, daß der Wärmestof leicht mache, weil Wasser in hermetisch verschloßnen Gefäßen gefroren mehr wiege, als aufgethaut. Solche Abwägungen aber sind viel zu ungewiß, als daß sie Ausnahmen von Naturgesetzen erweisen könnten, s. Feuer (Th. II. S. 217.). Das kalte Gefäß kan darum mehr wiegen, weil sein durch die Kälte verminderter Umfang weniger Luft aus der Stelle treibt, oder weil ihm Feuchtigkeit von aussen anhängt. Marat wollte im Gegentheil erfahren haben, daß Kugeln glühend mehr wögen, als erkaltet. Die übrigen Erfahrungen sind blos die Erscheinungen beym Phlogistisiren selbst, welche noch so viel andere Erklärungen zulassen, daß sie keine Beweise gegen ein anerkanntes und durch möglichst vollständige Induction erwiese-

nes Naturgesetz abgeben können. Ich habe mich hierüber schon bey den Worten Leicht und Masse erklärt.

Die Verminderung des Umfangs der Luft beym Phlogistisiren wird auch aus der bloßen Verminderung ihres Gewichts noch nicht begreiflich. Das Volumen elastischer Flüßigkeiten, die man im pnevmatisch-chymischen Apparate sperrt, hängt von ihrem Gewichte gar nicht ab, sondern verhält sich bey unveränderter Masse, wie die specifische Federkraft. Verminderung des Volumens kan also nur auf zweyerley Art entstehen, entweder durch Abgang von Masse, oder durch Verminderung der specifischen Federkraft. Da nun Herr Gren keinen Abgang von Masse beym Phlogistisiren annimmt, so ist es nicht zureichend, die Zusammenziehung, wie er (Chemie §. 337.) thut, daraus allein herzuleiten, daß das Gewicht vermindert, die eigenthümliche Elasticität aber nicht vermehrt werde. Es ist schlechterdings Verminderung der Elasticität nöthig, und das Phlogiston muß nach seiner Theorie ausser der leichtmachenden Eigenschaft auch noch die besitzen, daß es die eigenthümliche Federkraft der Luft schwächet. Ist es aber nicht weit natürlicher, die Abnahme an Raum und Gewicht zugleich, für das anzusehen, was sie sonst allemal anzeigt, für einen wirklichen Abgang eines Theils der Masse, in welchem Theile man zugleich den Stof findet, aus dem die Vermehrung des Gewichts der Rückstände so ungezwungen erklärt werden kan? Uebrigens kan diese Verschiedenheit unserer Meinungen weder meine Hochachtung gegen Herrn Gren, noch mein Urtheil von dem Werthe seiner Schriften im mindesten ändern. Neue Gedanken vortragen, die Nachdenken und Prüfung veranlassen, bleibt immer verdienstlich, und ist gewiß schwerer, als was ich hier thue, Meinungen anderer erzählen.

Macquer chymisches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Brennbares.

Karsten Anleitung zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. S. 634.

Gren system. Handbuch der Chemie, und: Grundriß der Naturlehre, an den angeführten Stellen.

Phlogistisirte Luft, s. Gas, phlogistisirtes.
Phonischer Mittelpunkt, s. Mittelpunkt.
Phonokamptischer Mittelpunkt, s. Mittelpunkt.

Phoronomie, Phoronomia, *Phoronomie.* Die Lehre von der Bewegung und ihren Gesetzen. Da der größte Theil dieser Lehre Kenntniße voraussetzt, welche über die Grenzen der Elementarmathematik hinausgehen, so rechnet man sie zur höhern Mechanik, in welcher besonders die Betrachtungen der Bewegung allein, wobey auf die hervorbringenden Kräfte, nicht gesehen wird, zur Phoronomie gehören. Bisweilen heißt auch wohl die ganze höhere Mechanik überhaupt Phoronomie. Jacob Hermann aus Basel hat unter diesem Namen (Phoronomia, s. de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum libri II. Amstelaed. 1716. 4.) die höhere Mechanik und Hydrodynamik nach synthetischer Methode vorgetragen.

Phosphorus, Lichtträger, Phosphorus, *Phosphore.* Der Name Phosphorus (Lichtträger) kömmt seiner etymologischen Bedeutung nach jedem im Dunkeln leuchtenden Körper zu. Man nimmt jedoch die Sonne, die Fixsterne, und die brennenden oder glühenden Körper aus, deren Leuchten ein alltägliches Phänomen ist, und belegt mit dem Namen der Phosphoren nur die übrigen für sich leuchtenden Substanzen, deren Licht im Dunkeln ehedem zu den seltnern und unerwarteten Erscheinungen gezählt wurde. Dieses sind nun entweder natürliche oder künstliche Phosphoren. Von einigen natürlichen ist bey dem Worte Leuchtende Körper geredet worden; daher werden nur die künstlichen Phosphoren den Hauptgegenstand dieses Artikels ausmachen.

Um das Jahr 1630 entdeckte Vincenz Cascariolo, ein Schuhmacher in Bologna, in der Nachbarschaft dieser Stadt am Fuße des Berges Paterno einen Stein, der im Dunkeln durch seinen eignen Glanz sichtbar ward, wenn er eine Zeitlang im Lichte gelegen hatte. Fortunio Liceti, Professor zu Bologna (Litheosphorus s. de lapide Bono-

niensi in tenebris lucente, Vtini. 1640. 4.) und Kircher (in der Arte magna lucis et umbrae. Rom. 1646. fol.) schrieben über dieses sonderbare Ereigniß. Vorzüglich stark leuchtete der Stein, wenn er fein zerstoßen, mit Wasser oder Leinöl durchknetet und calcinirt ward. Der Graf Marsigli, Galeati, Beccari (Commentarii Instit. Bonon. Vol. VI. p. 188 sqq.) und nach ihnen Zanotti (ibid. 205 sqq.) untersuchten die Erscheinungen dieses Steins genauer. Er ward sowohl vom Sonnenlichte, als von Kerzen, leuchtend, nicht aber vom Lichte des Monds, oder eines andern Phosphors. Die besten Stücken durften dem Lichte nur 1—2 Secunden ausgesetzt werden, um 4 Minuten lang zu leuchten, manche leuchteten 30 Minuten. Der geringste Grad des Lichts ließ schon die kleinste Schrift lesen, und die Stücken wurden immer besser, je mehr sie gebraucht wurden. Natürlich muste diese Entdeckung auf die Meinung von der Körperlichkeit des Lichts führen, welche bald nachher die Grundlage von Newtons Theorie des Lichts ward. Man sahe hier gleichsam Körper, die das Licht anzogen, und wieder von sich gaben, Lichtsauger oder Lichtmagnete (corpora lucem bibentia) welche Benennungen auch angenommen sind. Zanotti urtheilte zwar, daß die Versuche sich eben sowohl nach Descartes, als nach Newtons Hypothese vom Lichte erklären ließen, und daß der bononische Stein sein eignes Licht habe, welches nur von aussen her belebt werde. Auch ist die Sache noch ungewiß, und selbst die neuern Entdeckungen entscheiden noch nichts hierüber.

Dieser bononische Stein blieb fast ein halbes Jahrhundert hindurch der einzige bekannte Lichtsauger, bis kurz vor 1675 ein Amtmann zu Großenhayn in Sachsen, Christoph Adolph Balduin zufälligerweise entdeckte, daß das Rückbleibsel der Destillation einer Kreideauflösung in Scheidewasser ebenfalls Licht einsauge (s. *Balduini* Aurum superius et inferius aurae superioris et inferioris hermeticum et phosphorus hermeticus s. magnes luminaris. Frf. et Lipf. 1675. 12.). Dieser balduinische Phosphorus ist das aus Kalkerde und Salpetersäure entstehende Mittelsalz, oder der Kalksalpeter. Er leuchtet nicht so stark, als der

bononische Stein, verliert auch an der Luft das Vermögen zu leuchten gar bald, und läßt sich daher am besten in hermetisch verschloßnen Glasröhren aufbewahren.

Späterhin entdeckte Homberg (Mém. de Paris 1693. 1711. p. 234.) eine ähnliche Eigenschaft an dem fixen Salmiak oder der Verbindung der Kalkerde mit der Salzsäure, welche daher der hombergische Phosphorus genannt wird. Dü Fay fand endlich (Mém. de Paris. 1730.) eine große Anzahl Körper, welche die Eigenschaft, das Licht einzusaugen, durchs Calciniren erhalten. Hierunter gehören die Austerschalen, die kalkartigen Versteinerungen, der Gyps, Kalkstein und Marmor, sogar der gemeine Topas. Die härtern muste er erst in Säuren auflösen, ehe sie durch die Verkalkung phosphoresciren wollten. Auch entdeckte Dü Fay (Mém. de Paris. 1735.), daß einige Diamanten und Smaragden eben diese Eigenschaft ohne alle chymische Zubereitung besaßen. Sie leuchteten vorzüglich stark, wenn sie an der Sonne gelegen hatten; sie verlohren ihre Kraft, wenn sie lange Zeit dem freyen Taglichte ausgesetzt blieben, behielten aber ihren Glanz noch immer, nachdem sie sechs Stunden in schwarzem Wachs eingewickelt gewesen waren.

Um eben diese Zeit ward die leuchtende Eigenschaft der Diamanten auch von Jacob Bartholomäus Beccari wahrgenommen. Sie veranlaßte diesen Gelehrten zu mehrern Versuchen über die phosphorescirenden Körper (s. Comment. De quam plurimis Phosphoris, nunc primum detectis, in Comm. Bonon. To. II. P. II. 136. III. 498. übers. im Allgemeinen Magazin Th. VI. 181. VII. 163.). Er bediente sich dazu einer Art von doppeltem in einander gesteckten Cylinder, in welchen Licht fiel, wenn man ihn aufdrehte, so daß der darinn liegende Körper der Sonne oder dem Taglichte ausgesetzt ward. Drehte man nun den Cylinder wieder zu, so sah das Auge, das diese ganze Zeit über im Dunkeln geblieben war, den Phosphor leuchten. Durch diese bequeme Vorrichtung fand er, daß fast alle Substanzen aus dem Pflanzen- und Thierreiche, wenn sie nur vollkommen trocken waren, das Licht einsaugten. Besonders zeigte das Papier diese Eigenschaft in einem sehr hohen Grade.

Die chymische Untersuchung der erdigten durch Calcination bereiteten Lichtsauger brachte endlich **Marggraf** (Mém. de l'acad. des sc. à Berlin. 1749. 1750. übers. in s. Chymischen Schriften, Berlin 1761. 8. Th. II. S. 133 u. f.) zur Vollkommenheit. Er fand, daß der bononische Stein ein Schwerspath sey, und entdeckte bald, daß sich aus allen Schwerspathen Lichtsauger bereiten ließen, wie denn auch **Leibnitz** (Miscell. Berol. To. I. p. 97.) schon bemerkt hat, daß gepülverter und erhitzter Schwerspath (fluor) leuchte. Man glüht diese Spathe in einem Schmelztiegel, reibt sie in steinernen oder gläsernen Mörseln, knetet das Pulver mit Schleim von Gummitraganth zu dünnen Kuchen, die man in starker Hitze troknet, und ringsum mit Kohlen umlegt im ofnen Reverberirofen calcinirt. Wenn man sie dann einige Minuten lang ins Licht legt, so leuchten sie, wie glühende Kohlen. Marggraf konnte diesen Phosphor aus allen Substanzen bereiten, welche Vitriolsäure mit einer absorbirenden Erde enthielten, besonders wenn etwa $\frac{1}{8}$ Thonerde, wie im bononischen Steine, dabey war. Ganz reine Kalkerde mit Vitriolsäure, wie im Frauenglase, gab nur ein schwaches weisses, dem Mondlichte ähnliches Licht.

Canton's Phosphorus (An easy method of making a Phosphorus &c. in Philos. Transact. Vol. LVIII. übers. im Hamburg. Magaz. B. XI.) ist unter allen am leichtesten zu bereiten. Man brennt gemeine Austerschalen in einem starken Kohlfeuer eine halbe Stunde lang zu Kalk, wovon der reinste Theil gepülvert und durchgesiebt wird. Drey Theile dieses Pulvers und ein Theil Schwefelblumen werden in einen Schmelztiegel fest gestampft, und eine Stunde lang im Feuer rothglühend erhalten. Wenn die Masse abgekühlt ist, stößt man sie heraus, zerbricht sie, und schabt die glänzendsten Stücken zu einem weissen Pulver, das sich in einer troknen Glasphiole mit eingeschliffenem Stöpsel aufbewahren läst. Dieser Phosphor, der aus einer kalkartigen Schwefelleber besteht, leuchtet, wenn er ein paar Secunden dem Taglichte ausgesetzt gewesen ist, im Dunkeln so stark, daß man die Stunde an der Uhr erkennen kan, wenn das Auge vorher 2 — 3 Min. geschloßen gewesen ist.

Man kan ihn mit Eyweiß auf Papier streichen, und Figuren bilden, die durch das Taglicht, oder auch durch das Licht vom Losschlagen elektrischer Flaschen leuchtend werden. Das Sonnenlicht schwächt die Kraft dieses Phosphors gar nicht, wohl aber die Feuchtigkeit, die er nicht im mindesten verträgt.

Die Hitze scheint gleichsam das Licht, welches in diesen Phosphoren noch zurückgeblieben ist, vollends auszutreiben. Dies zeigt sich schon bey Beccari und Marggrafs Versuchen; diese Gelehrten ziehen den Schluß daraus, daß die bloße Hitze den Phosphor leuchtend mache, welches aber nach Cantons genauen Erfahrungen durch bloße Hitze ohne Licht nicht geschieht, wenn nicht der Körper schon vorher Licht eingesogen hat.

Wilson's Versuche (A series of experiments relating to the Phosphori and the prismatic colours. Lond. 1775. 4. im Auszuge in den leipziger Samml. zur Physik und Naturg. I B. 5 St. S. 515 u. f.) betreffen vornehmlich die Farben dieses phosphorischen Lichts. Wilson verschloß sich dabey in ein dunkles Cabinet von 6 Quadratschuh Durchschnitt und 9 Schuh Höhe, aus dem er durch eine mit Vorhängen bedeckte Oefnung die Hand hervorstecken, und die Körper ans Licht halten konnte. Die Farben scheinen sich allerdings mehr nach dem Stoffe, woraus der Phosphor bereitet ist, als nach der Beschaffenheit des Lichts, das er erhalten hat, zu richten. Beccari glaubte zwar zu finden, daß Phosphoren, unter farbigem Glase dem Lichte ausgesetzt, nachher im Dunkeln blos mit der Farbe leuchteten, mit der sie beschienen worden wären. Dies würde Einsaugen und Wiedergeben des empfangenen Lichts anzeigen, und den Namen Lichtsauger völlig rechtfertigen. **Wilson** aber behauptet, in seinen Versuchen habe weder die Farbe des Glases, noch die Beleuchtung mit verschiednen prismatischen Farbenstralen, den geringsten Unterschied im Lichte der Phosphoren gemacht. Wäre dies, so schiene das Licht mehr der Substanz des erleuchteten Körpers eigen zu seyn. Man kan aber hieraus nicht zwischen Newtons und Eulers Systemen vom Lichte entscheiden, weil sich am Ende beyde Fälle

nach einem System eben sowohl, als nach dem andern, erklären lassen.

Die Ursache dieser ganzen wunderbaren Erscheinung ist eben darum räthselhaft, weil sie so genau mit der Kenntniß der Natur des Lichts zusammenhängt. Nach Newton müste man sie in der Anziehung der Körper gegen die Materie des Lichts, nach Euler darinn suchen, daß die in der Oberfläche erregten Vibrationen im Dunkeln noch eine Zeitlang fortdauern.

Die chymischen Untersuchungen lehren, daß die vorzüglichsten Lichtsauger (denn eigentlich sind fast alle dunkeln Körper dergleichen) aus einer Säure, einer Erde und Phlogiston bestehen. Da nun die Säuren mit dem Phlogiston einen verbrennlichen Körper oder Schwefel bilden, dagegen aber auch viel Verwandtschaft mit den unverbrennlichen absorbirenden Erden haben, so ist Macquer geneigt, das Leuchten der Phosphoren für einen äusserst schwachen Grad einer durch die Menge der Erde gehinderten Verbrennung, oder Zersetzung dieses Schwefels, zu halten. Vielleicht ist dabey das Phlogiston wegen der Gegenwart der Erde so wenig mit der Säure gebunden, daß schon der Stoß des auffallenden Lichts hinreicht, diese Verbindung zu trennen, und ein schwaches Brennen zu bewirken, das jedoch die fühlbare Wärme nicht beträchtlich vergrößert. Vielleicht zersetzt sich hiebey nach Herrn Gren das Phlogiston selbst in seine Bestandtheile, nemlich in Lichtmaterie und fühlbaren Wärmestof, wovon die erste dem Auge sichtbar wird, der letztere aber sich augenblicklich nach den gewöhnlichen Gesetzen durch die übrige steinigte Masse vertheilt. Der Schwefelgeruch der phosphorischen Bereitungen, die Nothwendigkeit ihrer Berührung mit den Kohlen beym Calciniren (welche Marggraf behauptet, Canton läugnet), und die Entstehung des Lichts durch bloße Erhitzung (die aber Canton auch läugnet) sind Macquers Gründe für seine Meinung. Man könnte noch hinzusetzen, daß die Feuchtigkeit dem Leuchten hinderlich ist, obgleich sonst die Phosphoren auch ohne Zutritt der Luft, in verschloßnen Gefäßen und selbst unter dem Wasser noch leuchten. Es müssen aber bey die-

sem Gegenstande erst die Thatsachen noch mehr geprüft, und die Widersprüche in den Versuchen gehoben werden.

Ausser den bisher beschriebnen Lichtsaugern führt den Namen des **Phosphorus** ganz vorzüglich eine chymische Bereitung, der ich den übrigen Theil dieses Artikels widme.

Kunkelischer oder Harnphosphorus.

Der **Harnphosphorus**, sonst auch **Brandts**, **Kunkels** oder **englischer Phosphorus** (Phosphorus urinae, Anglicanus s. Kunkelii, *Phosphore d'Angleterre ou de Kunkel)* genannt, ward von einem hamburgischen Kaufmann **Brandt**, der Gold im Harne suchte, im Jahre 1669 (nach **Leibnitz** Hist. inventionis Phosphori in Misc. Berol. To. I. p. 91. um 1677) durch Zufall entdeckt. Das Geheimniß kam durch einen gewissen D. Kraft nach England, wo **Boyle** den Proceß einem Deutschen Namens Hankwitz mittheilte, welcher diesen Phosphor häufig zum Verkauf verfertigte, und ein Gewerbe damit trieb (The äerial noctiluca. Lond. 1680. 8. ingl. Philos. Trans. no. 135. no. 196. und no. 428.). Inzwischen hatte **Kunkel** in Dresden, dem man die Entdeckung des Geheimnißes abschlug, durch beharrliche Arbeit die Erfindung zum zweytenmale gemacht (Laboratorium chemicum, Hamburg, 1716. 8. S. 660. ingl. *Stahl* Exp. CCC. no. 301. p. 393.). Aber alle Methoden der bisher genannten Chymiker, und selbst noch die von **Hellot** (Le phosphore de Kunkel et l'analyse de l'urine in den Mem. de Paris. 1737.) beschriebene waren äusserst mühsam und kostbar, und man hatte von dem Wesentlichen der Operation keine richtigen Begriffe.

Endlich zeigte **Marggraf** (Miscell. Berol. To. VII. p. 324 und in s. Chymischen Schriften, I B. S. 57.) im Jahre 1743, daß es dabey blos auf die Destillation einer eignen bisher unbekannten Säure mit brennlichen Dingen ankomme, und gab dem zu Folge zwo weit leichtere Methoden zu Verfertigung des Phosphorus an. Nach der zwoten und leichtesten Art wird das natürliche Harnsalz zu

4 Theilen, mit 1 Theil zartem Kühnruß und 4 Theilen feinem weissen Sand vermengt, hievon zuerst der urinöse Geist abdestillirt, und dann bey einer mit Wasser gefüllten Vorlage durch stufenweis verstärktes Feuer der Phosphorus übergetrieben, und durch eine zweyte Destillation aus einer gläsernen Retorte gereiniget.

Der hiedurch erzeugte Körper ist von zäher Consistenz, durchscheinend und weißlich. Er leuchtet im Dunkeln, und entzündet sich an der Luft bey mäßiger Wärme (76 Grad nach Fahrenheit) von selbst, wobey er mit starker Flamme und häufigem weißen Rauche brennt und den Geruch des Knoblauchs verbreitet. Man muß ihn daher stets unter Wasser aufbewahren. Er heißt vorzugsweise **Phosphorus**, und zum Unterschiede von andern leuchtenden Körpern auch **Harnphosphorus** (Phosphorus urinae), obgleich neuere Untersuchungen über die Phosphorsäure gelehrt haben, daß man dieselbe nicht blos aus dem Harne, sondern auch aus andern Theilen thierischer Körper, besonders aber aus den Knochen, erhalten könne.

Dieser Phosphorus ist nichts anders, als die mit Brennbarem verbundene Phosphorsäure. Sein Leuchten ist eine wirkliche Zersetzung, oder ein schwaches Verbrennen desselben, wodurch die Luft, wie durch jede andere Verbrennung, phlogistisirt und vermindert wird. Er zerfließt dabey zu einer sauren Feuchtigkeit, welche sich von der reinen Phosphor- oder Knochensäure gar nicht unterscheidet, und mit brennbaren Stoffen im Feuer behandlet wieder Phosphorus giebt. Man findet hiebey eine sehr starke Vermehrung des Gewichts, und **de Morveau** erhielt aus einer Unze Phosphorus durchs Zerfließen an der Luft drey Unzen Säure. In phlogistisirter Luft leuchtet der Phosphorus nicht mehr, desto stärker aber in dephlogistisirter. Hiebey finden sich alle Kennzeichen einer schwachen Verbrennung. Daß aber, wie Herr Gren aus **Westrumb** (Beob. über die Dunsthöle zu Pyrmont, S. 217.) anführt, das Leuchten und Brennen auch in fixer Luft fortdauren soll, ist noch unerklärlich, und scheint mehr Untersuchung zu verdienen.

Durch Reiben oder sonst bey hinlänglicher Wärme entzündet sich der Phosphorus mit einer Flamme. Der Rauch leuchtet im Dunkeln, und gewährt in dephlogistisirter Luft ein prächtiges Schauspiel. Der dickliche Rückstand dieser Verbrennung ist Phosphorsäure, und zerfließt an der Luft. Entzündeten Phosphor kan man nicht durch Reiben auslöschen oder austreten; das beste ist, ihn unter Wasser zu tauchen.

Die Verbrennung des Phosphors unter einer mit Quecksilber gesperrten Glocke voll atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft ist für die Theorie des Phlogistons sehr wichtig. Man zündet ihn dabey durch ein Brennglas an. Ein Gran trokner Phosphorus erfordert alsdann zum völligen Verbrennen 16 bis 18 pariser Cubikzoll gemeine Luft. Diese wird phlogistisirt, und nimmt um $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ an Umfange und Gewicht ab. Der aufsteigende Rauch hängt sich an die Wände der Glocke, als weiße Blumen, die an der Luft zu Phosphorsäure zerfließen. Diese Blumen nebst dem trocknen Rückstande wiegen noch vor dem Zerfließen mehr, als der verbrannte Phosphorus, nemlich 5 Gran, wenn dieser 2 Gran wog. Und um eben soviel, nemlich um 3 Gran, hat das Gewicht der Luft abgenommen.

Lavoisier (Ueber das Verbrennen des Kunkelschen Phosphorus, aus den Mém. de Paris. 1777. übers. in Crells Neusten Entdeckungen, Th. V. S. 135.) hat auf diese Erscheinungen vorzüglich sein antiphlogistisches System gebaut, nach welchem die Phosphorsäure durch die Verbindung der in der reinen Luft enthaltenen *Base oxygène* mit dem Phosphorus erzeugt wird; daher die Säure schwerer wird, als der Phosphorus selbst, s. Phlogiston. Es läst sich aber alles nach der gewöhnlichen Stahlischen Theorie vom Phlogiston erklären, wenn man zugiebt, daß zur Säure das hinzukomme, was von der Luft hinweggeht, d. i. der reinere Theil derselben, oder die dephlogistisirte Luft. Mir scheint dies immer das natürlichste. Man sieht doch offenbar, daß die Luft vermindert wird, und daß der Säure an Gewicht eben soviel beytritt, als der Luft abgeht. Daß dieser Zusatz die Luftgestalt ablegt, ist natürlich, weil ihm

der zur Luftgestalt nöthige Feuerstof entzogen wird. Vielleicht bildet er mit dem Brennbaren des Phosphorus Wasser, und verbindet sich als ein solches mit der Säure, welches auch Herr Westrumb (Kleine physikalisch-chemische Abhdl. B. II. Heft I. S. 1 u. f.) annimmt. Herr Gren nennt zwar diese Meinung wunderlich, weil die Phosphorsäure ihre Gewichtszunahme auch im stärksten Glühfeuer nicht wieder verliere, beym Abbrennen des Phosphors über Quecksilber nicht flüßig werde, und das Wasser sich an den brennenden Phosphor nicht anhängen könne, ohne in Dampf verwandlet zu werden. Es ist aber dabey doch zu bedenken, daß man die Untersuchung und Abwägung der sauren Blumen und des Rückstands erst alsdann anstellt, wenn die Glühhitze vorüber ist.

Man nützt die leichte Entzündlichkeit des Phosphorus zu Verfertigung der turiner Kerzen und des tragbaren Feuers. Die ersten, eine Erfindung des Herrn Peibla zu Turin, sind dünne polirte Wachskerzchen in eine am Ende zugeblasene Glasröhre eingesteckt, in die man zuvor etwas Phosphorus mit wenigen Körnchen Schwefel gethan, und mit dem Dachte der Kerze an der Lampe verschmolzen hat, bis der Phosphorus nicht mehr leuchtet. Beym Gebrauche entzünden sich die herausgezognen Kerzchen von selbst. Da die Operationen mit Phosphorus gefährlich sind, so muß der, der solche Kerzen verfertigen will, die Vorsichtsregeln genau in Acht nehmen, die D. Ingenhouß Vermischte Schriften, durch N. Molitor. Wien, 1784. gr. 8. I Band, S. 228 u. f.) vorschreibt. Das tragbare Feuer ist ein Fläschgen mit Eisenfeile, Sand oder Knochenasche, oben mit einer Schicht von fest angedrücktem Phosphorus, auf dem man beym Gebrauch den in ein Pulver von Schwefel und Bärlappsamen getauchten Dacht einer Kerze reibt, welcher sich nach dem Herausziehen entzündet. Dies sind Spielwerke, die viel Behutsamkeit erfordern.

Im Wasser löset sich der Phosphorus nicht auf, wird aber undurchsichtig, gelb und mit einer staubigen Rinde überzogen. Daß man ihn durch Schütteln in heissem Wasser in ein Pulver zertheilen könne, lehrt Fordyce

(Phil. Trans. Vol. LXVI. p. 584). In den Oelen löset er sich leicht auf; die Solutionen, besonders die im Nelkenöle, leuchten stark im Dunkeln, ohne sich zu entzünden, und sind daher weit sicherer zu allerley Spielwerken brauchbar, als der Phosphorus selbst.

Die mineralischen Säuren zersetzen den Phosphorus nach dem Maaße ihrer Verwandtschaft gegen das Phlogiston, mit starker Erhitzung. Durch eine schwache Salpetersäure läst er sich nach **Lavoisier** (Mém. de Paris. 1780 und in **Crells** chem. Annalen 1787. B. I. S. 258.) ohne Verbrennen zersetzen, und in sehr reine Phosphorsäure mit einer starken Vermehrung des Gewichts verwandlen. Die ätzenden Laugensalze erhitzen sich mit ihm unter starkem Schäumen, die hervorbrechenden Luftblasen entzünden sich beym Zugange der Luft, und im pnevmatisch-chymischen Apparat aufgefangen geben sie die Phosphorluft, s. **Gas, phosphorisches**.

Die Erscheinungen des Kunkelischen Phosphorus machen es noch wahrscheinlicher, daß das Leuchten aller Phosphoren überhaupt ein schwaches Verbrennen oder eine Zersetzung und Entweichung des Phlogistons sey. Auch der Kunkelsche Phosphor besteht, wie die übrigen, aus einer mit dem Brennbaren sehr schwach verbundenen Säure, und die Analogie erfordert also, das Leuchten bey den übrigen eben so, wie bey ihm, zu erklären. Auch die Fäulniß, bey der offenbar Zersetzung des Körpers und Entweichung des Phlogistons vorgeht, ist oft mit Leuchten verbunden, s. **Leuchtende Körper**.

Uebrigens wird man noch einiges hiemit zusammenhängende bey dem Worte **Pyrophorus** finden.

Macquer chymisches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Phosphorus, Phosphoren, erdigte.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 265 u. f.

Gren systematisches Handbuch der Chemie, II Th. 1 B. Halle, 1789. gr. 8. §. 1222 u. f.

Phosphorsäure, Knochensäure, Acidum phosphori s. phosphoricum, *Acide phosphorique.* Eine

eigne von allen übrigen verschiedene Säure, welche Marggraf zuerst im Harnphosphorus entdeckte, die aber nachher von Gahn (Medic. Comment. einer Gesellsch. Aerzte in Edinburg, Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.) auch als ein Bestandtheil der thierischen Knochen erkannt, und seitdem auch im Pflanzen- und Mineralreiche gefunden worden ist. Ihre Bereitung aus Knochen lehren Scheele, de Morveau, Dollfuß (Pharmaceutisch-chemische Erfahrungen, Leipz. 1787. 8. S. 60 u. f.), und aus schwarzgebrannten Knochen Nicolas (in *Rozier* Journal de phys. 1778. Vol. II. p. 449.).

Sie hat ausser den allgemeinen Eigenschaften der Säuren eine große Feuerbeständigkeit, und fließt in der Hitze zu einem durchsichtigen Glase, dessen eigenthümliches Gewicht 2,687 ist. Selbst im Glühfeuer wird sie nicht verflüchtiget, wenn sie nicht mit Brennbarem verbunden ist. Mit Wasser erhitzt sie sich bey der Auflösung: zieht auch dasselbe stark an, und zerfließt daher an der Luft.

Mit den Laugensalzen und Erden bildet sie eigne Neutral- und Mittelsalze, mit dem flüchtigen Alkali insbesondere den Phosphorsalmiak, der sich auch von Natur im Harne findet, und einen Bestandtheil des Harnsalzes (sal urinae, sal microcosmicum) ausmacht. Mit dem Phlogiston auf dem troknen Wege verbunden, giebt sie den Kunkelschen Phosphorus, von welchem im vorhergehenden Artikel gehandlet wird.

Stahl hatte die Säure des Phosphorus für Salzsäure erklärt, und Marggraf, wahrscheinlich aus Achtung für Stahls Ausspruch, entscheidet noch selbst nicht geradezu für ihre eigenthümliche Natur, die doch seine Versuche ganz klar beweisen. Einige haben sie auch mit Hofmann und Vogel für eine Mischung der Vitriol- und Salzsäure halten wollen. Aber, seitdem man sie aus den Knochen zu ziehen gelernt, und ihre Verbindungen genauer untersucht hat, ist über das Eigenthümliche derselben kein Zweifel zurückgeblieben.

Gren systemat. Handbuch der Chemie, II B. 1 Th. §. 1180 u. f.

Photometrie, Photometria, *Photometrie*. Diesen Namen hat Lambert derjenigen Wissenschaft gegeben, welche sich mit Ausmessung der Stärke des Lichts beschäftiget, und nur erst in neuern Zeiten den übrigen optischen Wissenschaften beygefügt worden ist.

Schon **Huygens** (Cosmotheor. L. II. p. 136.) machte einen Versuch, das Licht der Sonne und des Sirius zu vergleichen, s. **Fixsterne**, der aber wegen des Unbestimmten in seiner Methode sehr fehlerhaft ist. Ein Capuciner zu Paris **Franz Maria** (Nouvelles decouvertes sur la lumiere. 1700.) glaubte, das Licht nehme beym Durchgange durch mehrere Gläser in arithmetischer Reihe ab, und suchte diesem Grundsatze gemäß die Stärke desselben durch die Anzahl der Gläser zu bestimmen, die es unmerklich machten. **Celsius** (Hist. de l'acad. de Paris. 1735. p. 7.) that den Vorschlag, die Stärke des Lichts durch die Stärke der Erleuchtung zu messen, welche nöthig ist, um Gegenstände in verschiedenen Entfernungen deutlich zu sehen. Alle diese Methoden führen auf unbestimmte Begriffe von der Stärke des Lichts.

Bouguer ward durch einen Aufsatz von **Mairan** (Mém. de Paris. 1721.), worinn das Verhältniß der Stärke des Sonnenlichts am längsten und kürzesten Tage zu Paris als bekannt angenommen war, zu Prüfungen veranlasset, die ihm ein ganz neues Feld optischer Kenntniße eröfneten. Seine ersten Arbeiten hierinn (Essai d'optique. Paris, 1729. 12mo.) waren nur die Vorbereitung zu einem weit größern Werke, an welchem er mitten unter vielen andern Beschäftigungen bis an seinen 1758 erfolgten Tod arbeitete. Erst nach demselben ward es von seinem Freunde, dem Abt **de la Caille** herausgegeben (Traité d'optique sur la gradation de la lumiere, par *M. Bouguer*. à Paris, 1760. 4maj.). Es ist auch zu Wien 1762 vom **P. Scherffer** ins Lateinische übersetzt herausgekommen.

Zugleich erschien über eben diesen neuen Haupttheil der Optik auch in Deutschland das vortrefliche Werk des Herrn **Lambert** (Photometria, sive de mensura et gradibus lu-

minis, colorum et umbrae. Aug. Vindel. 1760. 8.), welches die Arbeit des französischen Gelehrten an systematischer Gründlichkeit, Vollständigkeit und tieferer mathematischen Berechnung unstreitig übertrift. Der erste Theil desselben setzt die ersten Begriffe und Grundsätze der neuen Wissenschaft so auseinander, wie ich es bey dem Worte Licht (Th. II. S. 883 u. f.) in der Kürze vorgestellt habe. Der zweyte Theil handlet von den Veränderungen, die das Licht beym Durchgange durch durchsichtige Körper, besonders durch Glas, leidet; der dritte von der Berechnung des zurückgeworfenen Lichts, und der fünfte von der Zerstreuung des Lichts durch die Atmosphäre. Alle diese Untersuchungen sind ganz neu. Der vierte und sechste Theil betreffen die gesehene Helligkeit durch Fernröhre und die Erleuchtung unsers Sonnensystems, wobey schon andere, besonders Smith im Lehrbegriffe der Optik, etwas vorgearbeitet hatten. Der letzte Theil endlich handlet von der Stärke des gefärbten Lichts und der Schatten.

Aus Bouguers und Lamberts Schriften findet man lehrreiche Auszüge in Priestley's von Herrn Klügel herausgegebner und vermehrter Geschichte der Optik (S. 304—327 ingl. S. 393—398.), und den sämtlichen bekanntgewordenen Entdeckungen und Untersuchungen der Photometrie hat Karsten einen eignen Theil seines schätzbaren Lehrbegrifs der gesamten Mathematik (Achter Band, Photometrie. Greifswald, 1777. 8.) gewidmet.

Physik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwissenschaft, Physica, Physice, Philosophia naturalis, *Physique*. Diesen Namen führt die gesamte Lehre von der Natur der Körperwelt, oder von den Eigenschaften, Kräften und Wirkungen der Körper. Im weitläuftigsten Sinne des Worts gehört zur Naturwissenschaft alles, was jemals über die Körper erfahren oder gedacht worden ist. So rechnet Segner (Einleitung in die Naturlehre, Abschn. I. §. 1.) zur Naturlehre alles, was wir von Körpern überhaupt und von den besondern Arten derselben wissen können, und Herr Wilke in Stockholm äussert in einem Brie-

se an **Karsten**, er kenne nur eine einzige menschliche Wissenschaft, nemlich die Physik, die er für nichts anders, als für eine geordnete Sammlung aller Kenntniße halte, welche Menschen bisher durch ihre Sinne und durch vernünftiges Nachdenken über die materielle Welt hätten entdecken können. In dieser sehr weitläuftigen Bedeutunng aber wird der Umfang der Wissenschaft so groß, daß zum vollständigen Unterrichte in derselben kaum die Lebenszeit eines Menschen hinreichen dürfte. Es ist daher nöthig und gewöhnlich, von dieser großen Sammlung menschlicher Kenntniße einige ansehnliche Fächer, als besondere Wissenschaften, zu trennen, und nur dem, was alsdann übrig bleibt, den Namen der eigentlichen **Physik** oder **Naturlehre** zu lassen.

Daß bey solchen Classificationen der Wissenschaften viel Willkührliches statt finde, fällt in die Augen; auch muß man dabey auf die Bedürfniße des Lehrvortrags, besonders des akademischen, Rücksicht nehmen. Hier verfährt nun immer ein Lehrer anders, als der andere, und vielleicht ist noch kein solches Verfahren von allem Tadel frey geblieben. Am ordentlichsten möchte es scheinen, alle unsere Kenntniße von den Körpern in **historische**, **philosophische** und **mathematische** zu theilen, und daraus drey Hauptabschnitte der ganzen Naturwissenschaft unter dem Namen der **Naturgeschichte**, der **Physik** und der **angewandten Mathematik** zu bilden. Die Naturgeschichte würde sich alsdann mit der bloßen Aufzählung, Benennung und Beschreibung der allgemeinen Stoffe sowohl, als der besondern Körper, ingleichen ihrer Eigenschaften, Erscheinungen und Wirkungen, die angewandte Mathematik mit Betrachtung der dabey vorkommenden Größen beschäftigen. So würde für die eigentliche Physik die Entwickelung dessen, was die besondern Erscheinungen gemein haben, oder die Entdeckung der Naturgesetze, die Erklärung der Erscheinungen und Begebenheiten aus diesen Gesetzen, und die Erforschung der Ursachen und Triebfedern übrig bleiben. Aber bey der jetzigen Beschaffenheit der Kenntniße und des Unterrichts dürfte aus dieser Classification noch zur Zeit

mehr Verwirrung als Nutzen entspringen. Man würde schwerlich eine gute Ordnung der Erlernung dieser Abtheilungen angeben können, weil jeder Theil die Hülfe der andern bedarf; und gewisse Theile, auf die manche Studirende besondern Fleiß wenden müssen, z. B. die Chymie, würden nach diesem Plane auseinander gerissen, und unter mehrere Fächer der Naturwissenschaft vertheilt werden. Da wir endlich von den Ursachen der Phänomene noch so wenig wissen, so würde die eigentliche Physik im Verhältniß mit den beyden übrigen Theilen zu klein seyn, und großentheils zu Hypothesen oder unfruchtbaren Speculationen Anlaß geben. Man kan daher diese Classification nicht in aller Strenge befolgen.

Dasjenige, was die Naturlehrer unter dem Namen der eigentlichen **Physik** vorzutragen pflegen, hat also noch jetzt sehr unbestimmte Grenzen. Darüber sind alle einig, daß die besondere Naturgeschichte oder die historische Kenntniß der besondern Körper auf der Erde, ihrer Weitläuftigkeit halber, von der Physik getrennt, und als eine eigne Wissenschaft behandlet werden müsse. Die Chymie oder Lehre von der Bearbeitung der Stoffe, die einen wesentlichen Theil der Naturwissenschaft ausmacht, hatte zu der Zeit, da man physikalische Lehrbücher zu schreiben anfieng, noch kaum die Form einer Wissenschaft erhalten; auch diese ward daher gänzlich abgesondert. Endlich war es schon von Alters her gewöhnlich, die mathematischen Betrachtungen der vornehmsten natürlichen Gegenstände unter den Namen der angewandten Mathematik oder der mechanischen, optischen, astronomischen Wissenschaften u. s. w. besonders vorzutragen. So blieb für die eigentliche Physik nichts übrig, als die Lehren von den allgemeinen Eigenschaften der Körper, von den einfachen Stoffen, wofür man die bekannten vier Elemente der Aristoteliker annahm, von der Elektricität, dem Magnetismus, und den Luftbegebenheiten. Man sahe sich genöthigt, die Lücken zwischen diesen wenigen und übel verbundnen Fragmenten mit etwas auszufüllen. Hiezu wählte man nun ganz schicklich die Gegenstände der angewandten Mathematik. Diese gehören doch

an sich zur Physik, und daß man sie nicht ohne Mathematik verstehen kan, ist noch kein hinlänglicher Grund, sie der eigentlichen Naturlehre ganz zu entreißen. Man kan ja noch mehreres z. B. den Regenbogen, nicht ohne Mathematik erklären, dessen Betrachtung doch jederzeit zur Physik gerechnet worden ist. So entstand eine Wissenschaft, welche ausser den genannten physikalischen Bruchstücken viel angewandte Mathematik enthielt, mit gänzlichem Ausschluß der besondern Naturgeschichte und Chymie. Nach diesem Plane sind viele vortrefliche Lehrbücher der Physik von Muschenbroek, s'Gravesande, Desaguliers, Kraft, von Segner u. a. geschrieben.

Neuere Entdeckungen, die unstreitig zur Physik gehören, aber ohne Chymie nicht verständlich sind, machten endlich den Mangel chymischer Lehren fühlbar. Noch Erxleben (Anfangsgr. der Naturlehre, zwote Aufl. 1777.) suchte dadurch auszuweichen, daß er die ganze Lehre von den Luftgattungen ausschloß, und der Chymie vorbehielt. Aber der Einfluß dieser Lehre auf das System der Physik war zu merklich, und so sahe man sich genöthiget, sie und mit ihr die nöthigen Vorkenntniße aus der Chymie und Mineralogie in den Umfang der eigentlichen Physik aufzunehmen. Die Vorgänger hierinn waren in Deutschland die Herren Karsten (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle 1783. 8.) und Lichtenberg (Dritte Auflage der Erxlebenschen Anfangsgr. Gött. 1784. 8.).

Karsten verfiel aber dabey auf den Plan, die mathematischen Lehren auszuschließen; nicht blos ihrer Weitläuftigkeit halber, sondern vornemlich aus dem Grunde, weil sich die eigentliche Physik mit Qualitäten, nicht mit Quantitäten, beschäftigen solle, und weil es unbequem und wider die gute Ordnung sey, einerley Lehren zugleich zur angewandten Mathematik, und zur Physik zu rechnen und in zweyerley Vorlesungen eben dasselbe unter verschiedenen Namen zu lehren. Er hat es aber selbst nicht vermeiden können, in den acht ersten Abschnitten seiner Anleitung vieles vorzutragen, was nach diesem Plane in einem Lehrbuche der Physik nicht stehen sollte.

Dagegen behauptete Herr Scheibel auf Veranlassung einer von der fürstlich jablonowskischen Societät der Wissenschaften zu Leipzig aufgegebnen Preißfrage (Super quaestionibus de philosophiae naturalis ambitu, limitibus et systemate, in Actis Societatis Jablonovianae, To. VI. p. 183 sqq.), die mathematische Betrachtung sey von der Kenntniß der allgemeinen Eigenschaften und Veränderungen der Körper unzertrennlich, und müsse in der Physik beybehalten werden, wenn der Unterricht in derselben nicht zu einem Spielwerke mit Versuchen herabsinken solle. Eine besondere angewandte Mathematik gebe es gar nicht; was man so nenne, sey daher entstanden, weil es bequem sey, die Auflösungen arithmetischer und geometrischer Probleme, welche bey den physikalischen Untersuchungen vorkommen, von den letztern zu trennen, wie z. B. die Betrachtung des Wegs geworfner Körper, die Höhenmessung mit dem Barometer u. dgl. Die Chymie betreffend rechnet er zwar die von der Natur selbst bewirkten Auflösungen und Zusammensetzungen zur Physik; die künstlichen aber (also auch alle Versuche über die Gasarten) will er gänzlich davon getrennt, und nur ihre Folgen, als Lehrsätze, in die besondere Physik aufgenommen wissen. Karsten hat noch in einem kurz vor seinem Tode vollendeten Aufsatze (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturlehre in s. physisch-chymischen Abhandlungen, 1 Heft, Halle, 1786. 8.) seine Ausschließung der angewandten Mathematik aus dem physikalischen Gebiete umständlich zu rechtfertigen gesucht.

Durch diese Versuche scheint jedoch der Zweck einer genauen Grenzbestimmung zwischen der eigentlichen Physik auf einer, und der Naturgeschichte, Chymie und angewandten Mathematik auf der andern Seite, noch nicht erreicht zu seyn. Die mathematischen Lehren ganz auszuschließen, ist nicht möglich, wenn die Wissenschaft ein zusammenhängendes Ganzes bleiben soll. Die Betrachtung der Größe ist zu genau mit allen menschlichen Kenntnißen verwebt, als daß sich ohne sie von den Qualitäten etwas deutliches erkennen oder lehren ließe. Fast alle Beobachtungen und Versuche erfordern mathematische Bestimmungen, und

die aus ihnen gezognen Gesetze erhalten nur durch solche Bestimmungen ihre Vollkommenheit. Daher werden wenig Beweise der Naturgesetze, wenig Erklärungen der Phänomene ohne mathematische Betrachtung möglich seyn. Was für eine Physik würde übrig bleiben, wenn man dies alles trennen oder übergehen wollte. Daß die Chymie einen eben so unentbehrlichen Theil der Naturlehre ausmache, wird jezt allgemein anerkannt. Nach Herrn **Scheibels** Bestimmung alle künstlichen Bearbeitungen der Stoffe auszuschließen, ist darum unmöglich, weil ohne dieselben nicht einmal die nothwendigsten Begriffe von Auflösung, Niederschlag, Verwandtschaft, Luftgestalt u. s. w. gefaßt, und die davon abhängenden Gesetze und Erscheinungen erklärt werden können.

Bey den Worten **Naturgeschichte, Chymie, Mathematik** habe ich mich bemüht, den Umfang dessen, was man zu diesen Wissenschaften rechnet, so genau, als möglich war, zu bestimmen. Diese drey großen Abschnitte müssen ihrer Weitläuftigkeit halber als besondere Theile angesehen werden, damit es dem Lernenden frey bleibe, sich seiner besondern Absicht gemäß mit dem einen mehr, als mit dem andern, zu beschäftigen. Zu ihnen kömmt nun noch die eigentliche **Physik**, nicht nur um die Lücken auszufüllen, sondern auch um ein zusammenhängendes Ganzes zu bilden, in welchem die allgemeinen Gesetze dargestellt und erwiesen, die Erscheinungen aus denselben erklärt, und die Ursachen der Begebenheiten, so weit möglich, verfolgt werden. Dieses Ganze kan nicht für sich bestehen, wenn nicht ein gewisser Theil der Chymie und angewandten Mathematik mit in dasselbe aufgenommen, auch selbst etwas von der Naturgeschichte, besonders der Mineralogie, beygebracht wird. So entsteht eine Wissenschaft, welche blos **reine Mathematik** als unentbehrlich voraussetzt, und dennoch schon an sich eine ziemlich vollständige Kenntniß der Körperwelt gewährt, mit deren Erlernung man also den Anfang machen, und nachher selbst wählen kan, ob man in einem oder in mehreren der obengenannten drey Abschnitte weiter fortgehen wolle.

Nach diesem Begriffe von Physik habe ich den Umfang desjenigen zu bestimmen gesucht, was ich in gegenwärtigem Wörterbuche von dieser Wissenschaft beyzubringen hatte. Ich gestehe gern, daß der Begrif unbestimmt sey, und der Willkühr des Lehrers oder Schriftstellers zu viel überlasse. Aber jede genauere Bestimmung schloß Gegenstände aus, die man doch gewiß in einem physikalischen Wörterbuche erwartet und höchst ungern vermißt haben würde. Ich habe daher viel angewandte Mathematik aufgenommen, weil ich lebhaft überzeugt bin, daß sich ohne dieselbe eine gründliche Kenntniß der Natur nicht denken läßt, wie schon Herr **Kästner** (Ueber die Verbindung der Mathematik und Naturlehre, Göttingen, 1768. 4. und in s. Vermischten Schriften, Altenburg, 1772. gr. 8.) so schön gesagt hat. Selbst die, welche mathematische Betrachtungen aus den physikalischen Lehrbüchern ausschließen, werden doch dieselben in einem Wörterbuche, das an systematische Ordnung nicht gebunden ist, und einen weitern Umfang verstattet, nicht nur zulassen, sondern selbst nöthig finden, weil ohne sie nicht einmal richtige Bestimmungen der meisten Begriffe und Sätze möglich sind.

Herr **Klügel** (Encyklopädie, Berlin und Stettin, 1782. 8. Th. II. S. 3 u. f.) giebt von der Naturlehre folgenden Begrif: „Die Beschaffenheiten der Körper, die „Naturbegebenheiten, die Gesetze und Verwandtschaften „der körperlichen Kräfte, und die Muthmassungen über die „ersten Triebfedern der natürlichen Wirkungen beschäftigen „die *Naturlehre*." Er erinnert hierauf an die Unentbehrlichkeit der Mathematik, da viele physische Lehren sogar tiefe mathematische Einsichten erfordern, besonders, wenn es auf Bewegungen ankömmt, deren Richtung und Geschwindigkeit sich deutlich darstellt, wie in der Mechanik, Optik, Astronomie. Daraus entstehe eine besondere Abtheilung der Mathematik, unter dem Namen der angewandten. Diese unterscheide sich von der Physik dadurch, daß sie sich nicht auf die Beschaffenheiten der Körper und auf die Erforschung der Ursachen einlasse, und oft ganz mathematische Untersuchungen anstelle, bey denen sich fast alles physikalische

aus den Augen verliere. Materien, bey denen die Bewegung keiner so deutlichen Darstellung fähig sey, überlasse sie zwar der Naturlehre, komme aber dieser auch dabey zu Hülfe. Zu den Gegenständen der eigentlichen Naturlehre, von der noch Mineralogie und Chymie abgesondert bleibt, rechnet Herr **Klügel** „die allgemeinen oder vielen „Körpern zukommenden Eigenschaften, die Gesetze der Bewegung, die Anziehung, die Elektricität; ferner die Materien, welche Haupttheile der Erde ausmachen oder allgemein verbreitet sind, Wasser, Luft, Feuer, Licht und „Bestandtheile der Körper überhaupt (wo sie mit der Chymie gemeinschaftliche Sache mache, dieser aber die besondern Anwendungen überlasse); weiter die Lufterscheinungen und Naturbegebenheiten in dem unsere Erde umgebenden Wesen; endlich die Bewegungen und Beschaffenheiten der Himmelskörper." Herr Klügel selbst und viele andere Schriftsteller nennen diese Lehren auch **allgemeine Naturlehre**, und trennen davon die Naturgeschichte unter dem Namen einer **besondern Physik der Erde**.

Hingegen theilen andere, z. B. **Eberhard**, **Scheibel**, **Gren**, die eigentliche Naturlehre selbst in eine **allgemeine** und **besondere** ein. Sie rechnen zu jener die Betrachtung der allgemeinen Eigenschaften der Körper, der Bewegung, des Gleichgewichts, des Widerstands; zu dieser die Lehre von den besondern Stoffen und Körpern, als Wärmestof, Licht, Luft, Wasser, elektrischer und magnetischer Materie, der Erde, dem Luftkreise, den Himmelskörpern, u. s. w.

Von einer andern Eintheilung der Naturlehre in **theoretische** oder **dogmatische**, und **Experimentalphysik** ist bereits bey dem Worte **Experimentalphysik** gehandelt worden.

Den Gedanken, daß es noch jetzt zu früh sey, an eine genaue Classification und Eintheilung der ganzen Naturwissenschaft zu denken, habe ich schon im Artikel Chymie (Th. I. S. 508.) geäussert. Ich werde in dieser Meinung noch durch folgende Betrachtung bestärkt. Erklärung der Phänomene wird doch von allen als der Hauptzweck der ei-

gentlichen Physik angegeben. Man mag wohl darunter Erklärung aus den Ursachen verstehen. Aber wie viel giebt es denn Phänomene, die wir aus ihren wahren Ursachen richtig, vollständig und ohne Einmischung von Hypothesen zu erklären wissen? Soll also die Physik nicht blos Hypothesen, sondern Wahrheiten lehren, so muß man in den meisten Fällen mit Erklärungen aus den allgemeinen Erfahrungen oder Naturgesetzen zufrieden seyn, die uns oft hinlänglich belehren, was geschehe und geschehen müsse, ohne uns zu sagen, warum und wodurch es geschehe, s. Phänomene. Da nun die Naturgesetze nur durch Induction aus Erfahrungen bewiesen werden können, so müssen wir in die Gründe unserer Erklärungen einen großen Theil des Schatzes von Beobachtungen und Versuchen hineinziehen, der noch bis jetzt die einzige wahre Grundlage aller Physik ausmacht, der aber ohne mathematische Betrachtung weder verstanden noch richtig gebraucht werden kan, und der überdies einen großen Theil der Chymie und Naturgeschichte selbst in sich begreift. Wenn wir einst zu vollkommner Kenntniß der Ursachen gelangen, und im Stande seyn werden, die Naturgesetze als nothwendige Folgen aus diesen Ursachen zu erweisen, dann erst wird es Zeit seyn, die analytische Methode zu verlassen, und das Gebäude mit genauer Absonderung des historischen und mathematischen Theils von der philosophischen Kenntniß der Ursachen, synthetisch aufzuführen.

Von der Geschichte der eigentlichen Physik bleibt hier nicht viel zu sagen übrig, da die Schicksale so vieler zum Umfange der Naturwissenschaften gehörigen Theile und Abschnitte, selbst einzelner Lehren und Gegenstände, besonders erzählt worden sind. Ich will also nur etwas weniges von den Systemen und Methoden im Ganzen genommen beybringen.

Erfahrungen über die Körper bieten sich dem Menschen, sobald er thätig wird, von selbst dar. Nothwendigkeit und Neugierde veranlassen ihn auch bald, darüber nachzudenken und weiter zu forschen. So entstanden schon bey den ältesten Völkern Kenntniße, die zur Physik gehören.

Sie mögen freylich mehr die praktische Bearbeitung der Körper, als den wissenschaftlichen Theil, betroffen haben; inzwischen sind die Egyptier, Chaldäer, Phönicier schon bey den Alten wegen ihrer astronomischen, mechanischen und chymischen Einsichten berühmt gewesen. Die Kenner und Lehrer dieser Wissenschaften wurden Weise (Magi, Sophi) genannt, wofür die Griechen den bescheidnern Namen Freunde oder Beflißene der Weisheit (Philosophi) einführten.

In den Schulen der Griechen ward die Physik als ein wesentlicher Theil der Philosophie betrachtet, und ganz wissenschaftlich behandlet. Hier findet man den eigentlichen Ursprung der Systeme und Theorien, obgleich manche Ideen darinn von den Weisen älterer Völker entlehnt seyn mögen. Aber die Begierde zu erklären und Ursachen der Dinge anzugeben, stieg bey ihnen weit höher, als es der damals noch so geringen Anzahl richtiger Erfahrungen gemäß war. Daher findet man in den physikalischen Schriften der Griechen so oft mehr Träume und Subtilitäten, als gründliche Belehrungen. „Pythagoras verhüllte „seine Sätze in Gleichniße und Eigenschaften der Zahlen, „deren Bedeutungen man schon viele Jahrhunderte mit mehr „Eifer, als die Sache werth ist, nachgeforscht hat. Pla„to verwandlete die Naturlehre in eine Metaphysik, und „Aristoteles in einen logischen Kampfplatz" (v. Rohr physikal. Bibliothek durch Kästner, S. 2.). Inzwischen ist unter den vielen von ihnen vorgetragnen Meinungen manches, was man in neuern Zeiten wahr befunden oder wieder angenommen hat. So war ja selbst die copernikanische Weltordnung schon ein Gedanke der Pythagoräer. Leucipps und Demokrits atomistische Philosophie kömmt dem Begriffe sehr nahe, den sich die besten neuern Physiker von der Zusammensetzung der Körper machen, s. Materie. Daß das Licht dem Schalle ähnlich sey, sagt auch schon Aristoteles, s. Licht (Th. II. S. 891.). Dutens hat fast alle Erfindungen und Meinungen der Neuern schon bey den Griechen finden wollen; aber das Uebertriebne dieses Verfahrens

ist von Herrn Engel (Der Philosoph für die Welt, 1stes Stück, Leipz. 1775. 8.) sehr gut gezeigt worden.

Obgleich die Griechen in den willkührlichen Speculationen viel zu weit giengen, so haben sie doch darum die Beobachtungen nicht vernachläßiget, und den Werth derselben sehr wohl erkannt. Ausser den zur Naturgeschichte gehörigen Schriften des Theophrast und Aristoteles beweisen dies vorzüglich des Hippokrates Werke, in welchen man so viel ächten Beobachtungsgeist und eine so musterhafte Methode, aus Erfahrungen zu schließen, antrift. Wäre diese Methode ausser der Arzneykunde auch in den übrigen Theilen der Naturlehre befolgt worden, so könnten die Schriften der Alten eben so die Grundlage für unsere Physik seyn, wie es die Bücher des Hippokrates für die praktische Arzneykunde sind. Aber man begnügte sich, die Natur so zu betrachten, wie sie sich von selbst zeigte, und ließ die Versuche gänzlich fehlen, die doch zu Entdeckung der Naturgesetze unentbehrlich sind. Ueberdies war selbst der Beobachtungskreis durch die Schwierigkeiten der Mittheilung zwischen entlegnen Orten sehr eingeschränkt, und die fleißigsten Sammler von Beobachtungen wurden oft durch unwissende oder pralerische Reisende mit abgeschmackten Erdichtungen hintergangen.

Unter den Römern hat Lucrez das epikuräische System in einem Gedichte (De rerum natura Lib. VI. c. interpr. et notis *Th. Creech.* Oxon. 1695. 8. Basil. 1770. 8maj.) und Seneca einige physikalische Untersuchungen nach den Grundsätzen der Stoiker (Quaestionum naturalium L. VII. Venet. 1522. apud *Aldum)* vorgetragen. Die 37 Bücher des ältern Plinius von der Naturgeschichte enthalten immer einen reichen Schatz von physikalischer Gelehrsamkeit, obgleich ihr Verfasser mehr bemüht war, viel zu sammlen, als die Wahrheit des Gesammleten zu prüfen.

Im mittlern Zeitalter erhielten sich bey den Arabern einige mit der Physik verbundene, besonders mathematische und medicinische Kenntniße, die man gröstentheils aus den Schriften der Alten gezogen, aber mit vielen astrologischen und mystischen Thorheiten vermengt hatte. Dennoch sind in diesen dunkeln Zeiten einige wichtige praktische Entdeckun-

gen, z. B. der Magnetnadel, der Brillen, gemacht worden, ob man gleich in einer so tiefen Unwissenheit über die Wirkungen der Körper lebte, daß Roger Bacon und andere, wegen ihrer gründlichern Kenntniß der Naturlehre für Zauberer gehalten wurden.

Während dieses finstern Zeitraums war in den Schulen das Ansehen des Aristoteles auf einen unglaublich hohen Grad gestiegen. Noch lange Zeit nach der Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident herrschte diese fast abgöttische Verehrung der aristotelischen Schriften und Lehren mit unwiderstehlicher Macht. Die damalige scholastische Philosophie begrif zwar dem Namen nach die Physik, als einen wesentlichen Theil, in sich: allein diese Physik befand sich in dem traurigsten Zustande. Ohne irgend ein Naturgesetz richtig zu kennen, verlohr man sich in eine leere und nichtsbedeutende Terminologie, und glaubte die Phänomene durch Worte zu erklären, welche im Grunde entweder gar keinen Sinn hatten, oder doch höchstens nur die Phänomene selbst wieder ausdrückten. Dies war der Fall bey den Erklärungen, die aus der Abneigung gegen die Leere, aus der plastischen Kraft, und den übrigen verborgnen Qualitäten (qualitates occultae) der Scholastiker hergeleitet wurden. Die Ursache, warum der Mohn schläfrig macht, lag in der einschläfernden Qualität desselben. Solche Erklärungen lassen sich freylich von allen Dingen geben. Aber man hielt dies dennoch für wahre Weisheit, und fand ein Verbrechen darinn, von den Aussprüchen und Terminologien des Aristoteles, oder vielmehr von den eingeführten Auslegungen und Anwendungen derselben abzugehen.

Der erste, der aus dem Nebel dieser finstern Schulphilosophie den Weg zu einer deutlichen, sichern und brauchbaren Kenntniß der Natur zeigte, war der englische Lord Kanzler **Bacon von Verulam** († 1626), dessen Werke verschiedenemale gesammlet worden sind (*Franc. Baconis de Verulamio* Scripta in naturali et universa philosophia. Amstel. 1653. 12. edit. *Sim. Jo. Arnoldi.* Lipſ. 1694. fol. The philoſophical works of *Francis Bacon* methodized

and made english by *Peter Shaw*. Lond. 1733. 4maj. Vol. I—III.). Seine Instauratio magna f. De augmentis scientiarum enthält Gedanken über die Verbesserung aller Wissenschaften, und insbesondere der Naturlehre, in welcher er anräth, den Weg der Speculation zu verlassen und blos der Erfahrung zu folgen; die Schrift: De interpretatione naturae zählt die Gegenstände auf, welche nach seinem Vorschlage zu bearbeiten waren, und die Historia ventorum giebt ein Beyspiel seiner Methode.

Schon im sechszehnten Jahrhunderte hatte **Copernikus** einen wichtigen Schritt gegen das Ansehen des Aristoteles und der verjahrten Meinungen gewagt, durch die Bekanntmachung seiner Weltordnung, welche doch zur damaligen Zeit noch nicht allgemeinen Beyfall finden konnte. Aber vom Anfange des siebzehnten Jahrhunderts an vereinigte sich auf einmal eine Menge günstiger Umstände, die den Fall der scholastischen Philosophie und Physik vorbereiteten. Galilei, ein Mann von durchdringendem Scharfsinn und ächtem Beobachtungsgeiste, entdeckte um diese Zeit durch Erfahrung und richtige Anwendung der Mathematik die wahren Gesetze der Bewegung fallender, geworfener und schwingender Körper. Zugleich machte er durch die neuerfundnen Fernröhre Entdeckungen am Himmel, die ihn an der Wahrheit des copernikanischen Weltsystems nicht länger zweifeln ließen. **Tycho de Brahe** hatte schon vorher die praktische Sternkunde verbessert, und einen Schatz von genauern Beobachtungen gesammlet, der glücklicher Weise in **Keplers** Hände fiel. Dieser große Mathematiker entwickelte daraus seine vortreflichen Regeln, welche die Hauptgesetze der Bewegung der Planeten enthalten, und das copernikanische System in sein völliges Licht setzen. Er machte überdies eine ungemein glückliche Anwendung der Geometrie auf die Erklärung des Sehens und der Phänomene der Brechung, und kam dabey der Entdeckung der wahren Gesetze sehr nahe. Um eben diese Zeit schrieb Gilbert in England über Magnetismus und Elektricität, Stevin fand die Gesetze des Gleichgewichts mehrerer Kräfte und des

Drucks flüßiger Körper, und Snellius das richtige Gesetz der Stralenbrechung.

Hiedurch gelangte man nun zu einer Menge von Kenntnißen, die durch fortgesetzte Beobachtung fast mit jedem Tage anwuchsen, und mit dem leeren Wortgepränge der Schulphysik einen sehr auffallenden Contrast machten. Man nahm nunmehr auch die Versuche zu Hülfe. Durch diese entdeckte Galilei's Schüler Torricelli im Jahre 1643 das Barometer, wodurch der Druck des Luftkreises bekannt und der aristotelische Begrif von Abneigung der Natur gegen den leeren Raum völlig widerlegt ward. Um diese Zeit erwachte der Geist der Experimentaluntersuchung und der mathematischen Physik auf einmal in mehrern Ländern. In Deutschland erfand Otto von Guericke die Luftpumpe und die elektrische Schwefelkugel, Kircher und Schott trugen eine große Anzahl von Versuchen und Beobachtungen zusammen, in Frankreich erklärte Pascal die Lehre vom Drucke der Luft aus Erfahrungen, der P. Mersenne untersuchte die Schwingungen gespannter Saiten, und brachte durch seinen Briefwechsel die Gelehrten in nähere Verbindung, Gassendi und in Italien Riccioli bestätigten die erfundenen Wahrheiten durch neue Versuche.

Das hiedurch schon untergrabne Gebäude der scholastisch-aristotelischen Physik ward endlich durch Descartes völlig umgestürzt. Dieser Weltweise, dessen Verdienste bey allen seinen Fehlern immer sehr groß bleiben, benützte die bis auf seine Zeit gemachten Entdeckungen gegen die Aristoteliker mit einer unwiderstehlichen Stärke der Gründe, und lehrte bey seinen großen Einsichten in die Mathematik sehr viel wahres und nützliches. Er suchte besonders alle Anhänglichkeit an fremde Meinungen zu vertilgen, und durch einen heilsamen Skepticismus zum Selbstdenken anzuführen. Allein auch er ward durch die Begierde, alles zu erklären und ein vollständiges Gebäude aufzuführen, ganz von dem sichern Wege der Erfahrung abgezogen. Er behandlete die Erklärung der ganzen Welt, wie ein mathematisches Problem, zu dem Materie und Bewegung die einzigen Data waren. Und doch hatte er weder von Ma-

tetrie, noch von Bewegung, richtige mit der Erfahrung übereinstimmende Begriffe zum Grunde gelegt. Ich habe seine Erklärungen in diesem Wörterbuche so häufig angeführt, daß es überflüßig wäre, hier Beyspiele davon zu geben. Man s. vornehmlich die Artikel: **Materie, Leere, Stoß, Aether, Licht, Brechung, Magnet, Erdkugel, Wirbel.** Unter seinen Werken, welche zu Amsterdam (1692 — 1701. 4.) gesammlet herausgekommen sind, gehören zur Physik die Principia philosophiae, die Dioptrik, eine Schrift von den Meteoren und eine vom Menschen. Der philosophische Geist, der in seinen Schriften herrscht, erwarb ihm besonders in Frankreich, viele eifrige Verehrer. **Le Roy** und **le Grand** haben sein System in kurze Lehrbegriffe gebracht, und **du Hamel** (Philosophia vetus et nova. Paris, 1681. 4.) vergleicht es mit der scholastischen Physik, mit Erwähnung der wichtigsten damaligen Entdeckungen.

Inzwischen ward die Experimentaluntersuchung von andern immer eifriger fortgesetzt. **Boyle** und **D. Hook** in England, **Grimaldi** und **Borelli** in Italien, **Pascal, Mariotte** und **Picard** in Frankreich, machten auf diesem Wege eine Menge wichtiger Entdeckungen. Man begnügte sich nicht mit dem Fleiße einzelner Gelehrten, sondern errichtete Gesellschaften, welche zum Theil durch die Freygebigkeit der Großen mit den nöthigen Hülfsmitteln versehen wurden. So entstanden in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die londner Societät, die florentiner Academia del cimento, und die pariser Akademie der Wissenschaften, Institute, welchen die Naturlehre unglaublich viel zu verdanken hat. Von den Mitgliedern der erstern verdienen **Wallis, Wrenn** und **Huygens** eine besondere Erwähnung. Sie entdeckten die wahren Gesetze des Stoßes, und Huygens erweiterte durch seine Erfindungen der Pendeluhr, der Gesetze des Pendels und der Schwungkraft, so wie durch seine dioptrischen und astronomischen Theorien, alle Theile der angewandten Mathematik.

Während der letzten Helfte des vorigen Jahrhunderts gewann das System der Naturlehre eine neue Gestalt unter

den Händen Newtons, dessen große Verdienste um diese Wissenschaft an mehrern Stellen dieses Wörterbuchs, besonders bey den Worten Licht, Farben, Brechbarkeit, Attraction, Gravitation, Mechanik, Perturbationen, umständlicher angeführt worden sind. Seine vortrefliche Methode zu philosophiren, wobey er ganz der Erfahrung folgte, und alle Hypothesen vermied (s. Hypothesen, Phänomene), verschafte zwar weniger Erklärungen aus den Ursachen, leitete aber desto mehr aus erwiesenen und zum Theil neu erfundenen Naturgesetzen ab. Dadurch ward von dem Gebiete der Physik der große hypothetische Theil abgeschnitten, hingegen der Umfang der unbezweifelten Thatsachen und Gesetze ansehnlich erweitert und im schönsten Zusammenhange dargestellt. Dies alles geschah blos durch Erfahrungen, aber mit Hülfe der erhabensten Geometrie, daher auch Newtons Werke, zumal bey ihrer gedrängten Kürze, einen in der höhern Mathematik sehr geübten Leser erfordern. Auch haben die grösten Mathematiker der folgenden Zeiten, besonders die Bernoulli und Euler bey ihren Untersuchungen immer Newtons Sätze zum Grunde legen müssen, so sehr sie auch in den meisten Stücken dem Systeme und der Denkungsart des Descartes ergeben waren. Newtons Entdeckungen stehen so fest, als die Wahrheit selbst, und haben nichts von der Zeit und dem gewöhnlichen Wechsel der Meinungen zu fürchten. Ihr großer Urheber (geb. 1642, gest. 1726.) verdient ganz den erhabnen Lobspruch, den Pope ihm und seinen Entdeckungen beylegt:

Die Natur und ihre Gesetze lagen in Nacht,
Gott sprach: Newton werde, und es ward Licht.

Bey allem Beyfall der Kenner fand doch das newtonische System noch vielen Widerspruch. Die cartesianische Physik hatte sich durch ihren Sieg über die Aristoteliker in so großes Ansehen gesetzt, und erklärte soviel, daß man sehr ungern daran gieng, den vollen Raum, die subtile Materie und die Wirbel aufzugeben, und dagegen bey Kräften und Gesetzen stehen zu bleiben, von deren Ursachen sich weiter keine Rechenschaft geben ließ. Bis zur Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts blieben noch viele große Naturfor-

scher, besonders unter den Mitgliedern der pariser Akademie, cartesianisch gesinnt. Man beschuldigte Newton sogar einer Wiedereinführung der scholastischen verborgnen Qualitäten, wozu seine Schüler Gelegenheit gaben, welche wider die Absicht ihres bescheidnern Lehrers, die Gravitation, die nur allgemeines Phänomen ist, als eine erste physikalische Ursache oder wesentliche Eigenschaft der Materie betrachten wollten. Endlich aber hat das newtonische System so zahlreiche Bestätigungen von mehrern Seiten erhalten, daß es jetzt allgemein als die Grundlage des mathematischen Theils der Physik angesehen wird. Ich verweise wegen dieser Bestätigungen nur auf die Artikel: **Farben** (Th. II. S. 140.), **Erdkugel** (Th. II. S. 27 und 40.), **Gravitation** (Th. II. S. 525 und 535.), **Mond**, **Perturbationen**.

Von dieser Zeit an erscheint die neuere Physik in ihrem eigenthümlichen Glanze. Es würde zu weitläuftig seyn, von so vielen Naturforschern, welche diesen Glanz noch mehr erhöhet haben, auch nur die Namen anzuführen, zumal da die Geschichte ihrer Erfindungen und Meinungen schon von den meisten Artikeln dieses Wörterbuchs einen nicht geringen Theil ausmacht. Diese Männer waren größtentheils Mathematiker, daher auch von ihnen der mathematische Theil der Naturlehre vorzüglich bearbeitet ward. Zugleich machten auch Naturgeschichte und Chymie für sich ansehnliche Fortschritte: sie wurden aber von der Naturlehre selbst zu sehr getrennt, um ihr in ihrem ganzen Umfange zu nützen.

Erst seit der Mitte dieses Jahrhunderts fieng man an, die Unentbehrlichkeit der chymischen Lehren lebhafter zu fühlen. Die erste Veranlassung hiezu gaben die chymischen Erklärungen der Ausdünstung und der davon abhängenden Luftbegebenheiten, und die Lehre vom Feuer überhaupt, in welcher ohne chymische Betrachtung eine allzusichtbare Lücke offen bleibt. Die Entdeckung der Gasarten aber, deren Geschichte beym Worte **Gas** erzählt wird, änderte noch überdies die bisherigen Begriffe von der Luft, und machte es nothwendig, ausser den mechanischen Eigenschaften derselben auch die chymischen zu betrachten. Man sahe sich nun genöthiget, das Band zwischen Chymie und Physik enger zu

knüpfen, und gestand allgemein, daß man unrecht gethan habe, einen so wesentlichen Theil der Naturlehre von ihr gänzlich auszuschließen. Diese Verbindung scheint beyden Wissenschaften gleich vortheilhaft zu seyn. Sie hat der Chymie, besonders in England, mehr Kenner und Beförderer, als sonst, erworben, und die eigentliche Naturlehre mit wichtigen Erfahrungen, Gesetzen und Erklärungen bereichert, wovon sich noch für die Zukunft ungemein viel erwarten läßt.

Unter den ältern Lehrbüchern der Physik zeichnen sich schon die von Sennert (Philosophia naturalis. Witeb. 1618. 4. Epitome naturalis scientiae. Amst. 1651. 12.) dadurch aus, daß sie sich nicht an das damalige scholastische System binden. Clauberg (Physica. Amstel. 1664. 4.) und Rohault (Traité de physique. Paris, 1673. 12. ex ed. *Clarkii*, Lond. 1711. 8. 1729. 8. To. I. et II.), auch großentheils Johann Christoph Sturm (Physica electiva s. hypothetica. Norimb. 1697—1722. II. To. 4.) haben nach dem System des Descartes, eben dieser Sturm (Collegium experimentale s. curiosum. Norimb. 1676—1685. II To. 4.) und Senguerd (Philosophia naturalis. Lugd. Bat. 1655. 4.) mehr nach Versuchen geschrieben. Nach Newton erschienen einige vortrefliche Lehrbücher der mathematischen Physik von Keill (Introductio ad veram physicam. Oxon. 1700. 8. Lond. 1719.), Desaguliers (Course of experimental philosophy, Lond. 1717. 4. 1745. II Vol. 4), s'Gravesande (Physices elementa mathematica experimentis confirmata. Leid. 1719. 4. und sehr vermehrt Leid. 1742. II To. gr. 4.) und Musschenbroek (Epitome elementorum physices mathem. Lugd. Bat. 1734. 8. und die nach des Verfassers Tode von Lulofs herausgegebene Introductio ad philos. natural. Lugd. Bat. 1762. II To. 4maj.), Hamberger (Elementa physices. Jenae, 1735. 8.) und Kraft (Praelectiones in physicam theoreticam. Tub. 1750. III. To. 8.). Wolf (Nützliche Versuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunst. Halle, 1721—1723. III B. 8. Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle, 1723. 8. Vern. Ged. von den Absichten der natürlichen Dinge, Halle, 1724. 8.) suchte die Naturlehre durch deutsche

Schriften mehr auszubreiten. Weit vorzüglicher sind, wenigstens für die Theorie, die neuern Einleitungen **Segners** (Einleitung in die Naturlehre. Götting. 1747. 1770. 8.), **Eberhards** (Erste Gründe der Naturlehre. Halle, 1752. 5te Aufl. 1787. 8.), **Winklers** (Anfangsgründe der Physik. Leipzig, 1754. 8.), **Malers** (Physik oder Naturlehre. Carlsruhe, 1767. 8.) und **Böckmanns** (Naturlehre, oder gänzlich umgearbeitete Malerische Physik. Carlsruh, 1775. gr. 8.). Die größern Werke des Abt **Nollet** und de la **Fond** sind bey dem Worte **Experimentalphysik** angeführt. Sehr weitläuftig wird der ganze Umfang der besondern Naturlehre anjetzt von **Mariwetz** und **Goussier** (Physique du monde. Paris, To. I—V. 1780—1787. 4.) bearbeitet, welches Werk aber bey weitem noch nicht vollendet ist. **Gabler** (Naturlehre. München, 1778. 4 Th. 8.) hat diese Wissenschaft auch etwas umständlicher behandlet. In lehrreicher Kürze ist sie von **Erxleben** (Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen, 1772. 8. 2te Aufl. 1777. 3te Aufl. mit beträchtlichen Zusätzen von Herrn **Lichtenberg** 1784. 4te Aufl. 1787.), **Karsten** (Anfangsgr. der Naturlehre. Halle, 1780. 8. Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle, 1783. 8. Kurzer Entwurf der Naturwiss. vornemlich ihres chymisch-mineralogischen Theils. Halle, 1785. 8.), van **Swinden** (Positiones physicae. Hardervic. To. I. 1786. II. 1787. 8maj.) und neuerlich von Herrn **Gren** (Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8.), auch in Tabellenform von Herrn **Schurer** (Elemens de physique en forme de tables. To. I. à Strasbourg, 1786. 8.) vorgetragen worden.

In einer allgemein faßlichen Schreibart lehren sie **Euler** (Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie. à Mitau 1770—1774. To. III. 8. Briefe an eine deutsche Prinzessin über versch. Gegenst. der Physik u. Philos. Leipzig, 1770—1774. III. Th. gr. 8.), **Wünsch** (Kosmologische Unterhaltungen, Leipz. 1778. III. Th. gr. 8.), **Ebert** (Kurze Unterweisung in den Anfangsgr. der Naturlehre zum Gebrauch der Schulen. Leipz. 1775. 8.).

Zur Geschichte der Physik hat vor kurzem de Loys (Abregé chronologique pour servir à l'histoire de physique. à Strasbourg, To. I. 1786. II. 1787. III. 1788.) Materialien zu sammlen angefangen. Der Verfasser, der im August 1789 gestorben ist, fieng mit Galileis Entdeckungen vom Jahre 1589 an, holte aber doch an manchen Stellen auch Entdeckungen und Meinungen der Alten nach, denen er aber mit Dutens zu viel beylegte. Die drey erschienenen Bände gehen bis zum Jahre 1685. Zur Keuntniß physikalischer Bücher dienen von Rohr (Physikalische Bibliothek. Leipz. 1724. 8. mit vielen Zusätzen und Verbesserungen von Kästner, Leipz. 1754. 8.) Boerhaave (Methodus studii medici ed. ab *Alb. Haller*. Amst. 1751. To. II. 4maj.), von Münchhausen (Des Hausvaters zweyter Theil, Hannover, 1766. 8.), Erxlebens Anfangsgründe (besonders nach den Lichtenbergischen neuern Auflagen), und ebendesselben physikalische Bibliothek (in 4 Octavbänden, Göttingen 1774—1779), ingleichen Herrn Beckmanns physikalisch-ökonomische Bibliothek, und die neuste von Herrn Hermbstädt (Bibliothek der neusten physischen, chemischen rc. Litteratur. Berl. seit 1788. gr. 8.). Die neusten Entdeckungen erfährt man aus Rozier (Journal de physique ou Observations et memoires sur la physique. Paris, seit 1773. 4.), Lichtenberg (Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturgeschichte, Gotha, seit 1781, fortgesetzt von Voigt seit 1786. 8.), und vielen andern Zeitschriften, wovon ich nur einige (Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte von einigen Liebhabern dieser Wissensch. Leipzig, seit 1778. gr. 8. Leipziger Magazin der reinen und angewandten Mathematik von Bernoulli und Hindenburg, seit 1786. 8. Crells chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre rc. nebst den Beyträgen zu selbigen. Helmstädt, seit 1786. 8.) anführen will.

Der Nutzen der Naturlehre und der mit ihr verbundnen Wissenschaften bedarf keines Beweises, da uns zu allen Bedürfnißen und Bequemlichkeiten des Lebens und zu Abwendung aller Gefahren, Kenntniße der Eigenschaften und Wirkungen der Körper unentbehrlich sind. Ueberdies er-

weitert das Studium der Natur unsere Einsichten, übt und beschäftigt den Geist auf eine nützliche Art, und erfüllt dadurch eine der vornehmsten Absichten unsers irdischen Lebens. Es schützt uns vor Schwärmerey, Aberglauben und Thorheit, s. **Magie**, und lehrt uns die Macht, Weisheit und Güte des Urhebers der Welt in einem weit größern Umfange kennen. Zu dieser edlen Anwendung der Physik haben **Wolf** (Vernünftige Gedanken über die Absichten der natürlichen Dinge, Halle, 1724. 8.) **Derham** (Physicotheologie oder Naturleitung zu Gott, a. d. engl. von C. L. W. Hamburg, 1750. 8.) und vorzüglich **Nieuwetyt** (Rechter Gebrauch der Weltbetrachtung zur Erkenntniß der Macht, Weisheit und Güte Gottes, a. d. holl. von Segner. Jena, 1747. gr. 4.) gute Anleitungen gegeben.

Pistole, elektrische, Knallluftpistole, Sclopetum electricum, *Pistolet électrique.* Eine Vorrichtung, in welcher die Explosion der durch den elektrischen Funken entzündeten Knallluft einen Pfropf mit Gewalt aus einem Rohre treibt. Der Versuch damit dient zum Beweise der Entzündung brennbarer Stoffe durch den elektrischen Funken, und der explodirenden Kraft der Knallluft. Die Einkleidung in die Form einer Pistole ist freylich ein bloßes Spielwerk, das aber Beyfall gefunden hat, und gewöhnlich einen Theil der elektrischen Geräthschaft ausmacht.

Daß sich Luft mit brennbaren Dünsten vermischt durch den elektrischen Funken entzünden lasse, fand schon **Watson** (Philos. Transact. Vol. XLIII. p. 495.), noch ehe man die brennbare Luft gehörig kannte. Auch **Nollet** hat diese Versuche wiederholt und dabey wirklich brennbare Luft zuerst angezündet. **Volta** aber (Lettere sull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como. 1776. 8. übers. Winterthur, 1778. 8. und von Köstlin, Strasb. 1778. 8.) verfiel bey seinen Entdeckungen über die Sumpfluft zuerst auf die Einkleidung des Versuchs in die Gestalt einer Pistole, und bediente sich in der Folge dazu auch der künstlichen brennbaren Luft, oder vielmehr der Mischungen aus brennbarer und ge-

meiner Luft, welche den Namen der Knallluft führen, und eine weit stärkere Wirkung thun.

Man hat die Gestalt dieses Instruments seit seiner Erfindung sehr oft verändert. Am rathsamsten ist wohl, es von Metall zu machen. Taf. XVIII. Fig. 80. zeigt eine solche Pistole von Messing ABC, deren Oefnung A mit einem Korke verstopft ist. An den Boden ist ein durchbohrtes Stück Messing angeschraubt, und in dasselbe eine Glasröhre DE eingeküttet, in welcher der mit einem Knopfe F versehene Drath GF befestiget ist, dessen Ende G so umgebogen wird, daß es nur 1—2 Linien weit von dem Messing absteht. Wenn die Pistole nicht gebraucht wird, schraubt man noch eine messingne Haube über die Glasröhre DE. Will man sie laden, so zieht man den Kork aus der Oefnung A, und hält dieselbe sehr genau an die Mündung einer mit brennbarer Luft gefüllten Flasche, die man in eben dem Augenblicke erst geöfnet hat. Dabey steigt die leichtere brennbare Luft aus der Flasche in die Pistole auf, mischt sich mit der darinn befindlichen atmosphärischen, und bildet dadurch eine Knallluft. Hat man auf diese Art die Pistole etwa 15—20 Secunden lang über die Flasche gehalten, so verschließt man beyde augenblicklich mit genau passenden Korkstöpseln. Wenn man nun den untern Theil BC mit der Hand hält, die Haube abnimmt, und dem Knopfe F an dem Conductor einer Elektrisirmaschine oder an dem Knopfe einer geladnen Flasche einen Funken giebt, so entsteht ein zweyter Funken zwischen dem gebognen Ende des Draths und dem Boden des Gefäßes BC. Dieser entzündet die Knallluft mit einer Explosion, welche den Kork bey A bis auf eine beträchtliche Entfernung forttreibt. Man kan aus einer Flasche mit brennbarer Luft die Pistole mehreremale nach einander laden; nur muß man sie bey jedem folgenden male etwas länger, als vorher, über die Flasche halten.

Man kan in diesen gemeinen Pistolen keine Mischung von Luftarten nach gegebnen Verhältnißen machen, da doch die beste Knallluft aus dergleichen Mischungen von brennbarer und dephlogistisirter Luft erhalten wird. Daher gab

D. Ingenhouß (Philos. Transact. Vol. LXIX. P. II. p. 410.) eine etwas zusammengesetzte Einrichtung an, deren Beschreibung und Abbildung man auch bey Cavallo (Abhdl. über die Natur und Eigenschaften der Luft, a. d. engl. S. 277.) findet. Sie besteht aus drey zusammengeschraubten Stücken, dem Lauf, der Kammer, und dem Handgrif. Durch den letztern geht ein Kolben, der sich in ein kegelförmiges Stück Elfenbein endiget, welches an das innere konische Ende der Kammer vollkommen anschließt. Um nun die Pistole zu laden, muß man die schon vorher bereitete Knallluft in einer Blase vorräthig haben. Man stößt den Kolben dicht an den konischen Theil der Kammer, schraubt den Lauf ab, hält die Mündung der Kammer an die Oefnung der Blase, und zieht den Kolben zurück, wodurch sich die Kammer mit Knallluft anfüllt. Alsdann nimmt man die Blase ab, bringt augenblicklich eine mit weichem Leder umwickelte Bleykugel in die Mündung, und schraubt den Lauf wieder darüber. Die Entzündurg geschieht vermittelst zweyer in dem Elfenbein am Kolben angebrachten Dräthe mit Knöpfen, die nicht weit von einander abstehen, und deren einer mit dem Messinge des Instruments verbunden, der andere aber in einer Glasröhre isolirt ist, und sich auswendig in einen Knopf endigt, dem man den Funken geben kan. Die Knöpfe müssen so tief im Elfenbeine liegen, daß sie den Gang und das Anschließen des Kolbens nicht hindern.

D. Ingenhouß fand die Wirkungen dieses Instruments ungemein stark. Er war unter andern auf die Entdeckung gekommen, daß die Dämpfe des Vitrioläthers die gemeine Luft, und noch mehr die dephlogistisirte, in einem hohen Grade knallend machen. Eine starke von Nairne verfertigte Pistole ward durch Abbrennung von dephlogistisirter Luft, nach einem hineingeworfenen Tropfen Aether, ganz zerrüttet, und ihre metallne Kammer von der Dicke eines Thalers mit großer Gefahr der Umstehenden zerschmettert. Eben diese Pistole zersprang nach ihrer Wiederherstellung zum zweytenmale, obgleich sogar der Lauf offen war. Es ist also Behutsamkeit bey diesen Versuchen nö-

thig. Wenn man ein Stückchen Schwamm mit Hofmannischem Geiste (liquor anodinus) getränkt in die Hölung der Kammer hängt, und durch 3—4maliges Schwenken die Luft mit den Dünsten dieses Geists mischt, so kan man sie ohne weitere Vorbereitung abbrennen, und das Verfahren 8—10mal wiederholen, wenn nur die Nässe des Schwamms nicht an den Drath kömmt, der die Elektricität leitet, und dessen Isolirung aufhebt.

Endlich erfand Herr Pickel, der bey den erwähnten Versuchen des Herrn Ingenhouß gegenwärtig gewesen war, eine eigne zum Geschwindschießen eingerichtete Pistole. Ihr Körper ist cylindrisch, an einer Seite in einen Kegel geendet, und fasset 14 Cubitzoll Luft. Es passet ein Stempel darein, durch den ein Canal durch die ganze Stange hindurch gebohrt ist; ein Maaßstab auf der Stange zeigt, wieviel Cubikzoll der durch die Zurückziehung entstandne Raum faßt. Der Canal des Stempels hat einen Hahn, und daran kan eine mit Knallluft gefüllte Blase geschraubt werden. Zieht man nun bey geöfnetem Hahne den Stempel zurück, so tritt soviel Knallluft als der Maaßstab anzeigt, aus der Blase in den Körper der Pistole. Durch die Seitenwand dieses Körpers ist ein Stück Messing eingeschraubt, durch welches ein Messingdrath, in einer Glasröhre isolirt, und auswendig in einen Knopf geendet, hindurchgeht. Dieses Draths inneres Ende biegt sich gegen das Metall der Pistole, darf aber dem Gange des Stempels nicht im Wege stehen. Ist der Körper der Pistole mit Knallluft gefüllt, so wird der Hahn geschlossen, und der Knopf des Draths mit dem abgehobnen Deckel eines Elektrophors, oder dem Knopfe einer geladnen Flasche rc. berührt. Nach dem ersten Abfeuern wird der Stempel wieder hineingestoßen, eine neue Kugel oder Pfropf vorgelegt, der Hahn geöfnet, und der Körper der Pistole durch Zurückziehung des Stempels aufs neue geladen, worauf man den Hahn wieder schließt, und zum zweytenmale abfeuert. So kan man in einer Minute 8—10 Schüße thun. Hat man in der Blase brennbare Luft, die man in einem gegebnen Verhältniße mit gemeiner mischen will, so dient

dazu der Maaßstab. Der Stempel wird noch vor Einlegung des Pfropfs, mit geschloßnem Hahne bis auf den gehörigen Grad zurückgezogen, wodurch sich der nöthige Raum mit gemeiner Luft füllt. Legt man nun den Pfropf ein, öfnet den Hahn, und zieht den Stempel völlig zurück, so kömmt der erforderliche Theil brennbarer Luft aus der Blase hinzu. Brennbare Luft aus Metallen muß man zu gleichen Theilen, Sumpfluft nur im Verhältniße 1 zu 13, mit gemeiner Luft mischen. Luft, die mit Dünsten des Vitrioläthers geschwängert ist, erfordert einen etwas starken Funken, am besten aus einer kleinen, aber stark geladnen, Verstärkungsflasche. D. Ingenhouß hat dazu im Stempel eine kleine durchlöcherte Kammer angebracht, in die Schwamm mit Hofmanns Liquor getränkt eingelegt wird. Durch diese Kammer muß die gemeine Luft, die beym Zurückziehen des Stempels in die Pistole geht, durchstreichen. Nimmt man hiebey dephlogistisirte Luft statt der gemeinen, so wird der Knall dem Gehör fast unerträglich, und die Explosion so heftig, daß man von der Haltbarkeit der Pistole sehr gewiß versichert seyn muß.

Gläserne Werkzeuge dieser Art, dergleichen **Schäfer** (Abbildung und Beschreibung der elektrischen Pistole. Regenspurg, 1779. gr. 4.), **Weber** (Abhandl. vom Luftelektrophor, zwote Aufl. Ulm, 1779. 8. S. 83.) u. a. beschreiben, dienen wegen der Gefahr des Zerspringens nur zu gemeinen Versuchen, und sehen eher einer Bierbouteille, die den Stöpsel auswirft, als einer Pistole, ähnlich. Wer zu spielen Lust hat, kan sich selbst mancherley Einrichtungen erdenken, welche die äussere Gestalt der gewöhnlichen Feuergewehre haben. So beschreibt **Weber** (a. a. O. S. 87.) eine elektrische Canone, und **Wißhofer**, Priester in Chiemsee (Beschreibung einer elektrischen Flinte, Salzburg, 1780. 8.) eine Flinte, völlig wie die gewöhnlichen, in deren Kolben ein geladenes Fläschgen verborgen, und statt des Flintenschloßes ein Spannwerk angebracht ist, das durch den Drücker gelößt einen Stift gegen den Hacken der Flasche führt, und diese dadurch entladet. Man hat eben

das, wenn man das Fläschgen auf das Flintenschloß aufsetzt, und den Funken durch einen isolirten Drath in den Lauf leitet.

Joh. Ingenhouß Vermischte Schriften, herausg. von Molitor, Wien, 1784. gr. 8. erster Theil, S. 287 u. f.

Tib. Cavallo Abhdl. über die Natur und Eigenschaften der Luft, a. d. engl. Leipzig, 1783. gr. 8. S. 274 u. f.

Planconcav, s. **Linsengläser**.

Planconvex, s. **Linsengläser**.

Planeten, Irrsterne, Planetae, Stellae errantes, Sidera errantia, *Planètes*. Diesen Namen führten sonst alle diejenigen Gestirne, welche ihre Stelle unter den übrigen täglich ändern, und der Regel nach immer weiter gegen Morgen fortrücken, so daß sie in einer gewissen Zeit um den ganzen Himmel herumkommen. Ausser der Sonne und dem **Monde**, bemerkt man dieses Fortrücken mit bloßen Augen noch bey fünf Sternen, denen die Namen **Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn** gegeben worden sind. Dies waren (Sonne und Mond mitgezählt) die sieben Planeten der Alten, auf die man in der Astrologie sahe, und von denen die Tage der Woche benannt sind, s. **Woche**. Vor wenigen Jahren hat man durch Fernröhre noch einen Stern dieser Art, den **Uranus**, entdeckt. Von allen diesen handlen besondere Artikel dieses Wörterbuchs.

Die genannten Sterne unterscheiden sich von den übrigen, ausser ihrem Fortrücken, auch noch dadurch, daß sie durch Fernröhre vergrößert, als runde Scheiben erscheinen, und mit einem matten, nicht funkelnden, mondähnlichen Lichte glänzen. Die neuere Sternkunde hat gelehrt, daß sie sämtlich in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, und an sich dunkle Körper sind, welche blos von der Sonne erleuchtet werden.

Dadurch hat sich nun auch die Bedeutung des Worts **Planet** geändert. Es bedeutet in der neuern theorischen Astronomie einen dunkeln Himmelskörper, der um die Sonne läuft, und von ihr erleuchtet wird. So gehört die

Erdkugel selbst mit zu den Planeten; hingegen muß die Sonne zu den übrigen Sternen, s. Fixsterne, gerechnet werden. Die genannten sechs Himmelskörper nebst der Erde laufen unmittelbar um die Sonne, und heissen daher **Hauptplaneten** (Planetae primarii, *Planètes principales*): einige unter ihnen werden von kleinern um sie laufenden **Nebenplaneten** begleitet, die meistens nur durch Fernröhre sichtbar sind, und zu diesen gehört der **Mond**, als ein Begleiter der Erde, s. **Nebenplaneten**. Die Sonne selbst mit allen diesen Körpern, und den nur zuweilen sichtbaren **Kometen** macht unser **Sonnensystem** oder **Planetensystem** aus.

Die Hauptplaneten selbst werden in die **obern** und **untern** getheilt. Jene sind Mars, Jupiter, Saturn und Uranus, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn von aussen umschließen; diese Venus und Merkur, deren Bahnen innerhalb der Erdbahn liegen, und von der letztern umschloßen werden.

Alle diese Planeten laufen um die Sonne nach einerley Richtung, nemlich nach der Folge der Zeichen. Ihre Bahnen fallen zwar nicht ganz in einerley Ebne, aber sie machen doch mit der Ebne der Erdbahn nur sehr kleine Winkel. Man sieht sie daher stets nahe bey der Ekliptik, in einem Streife der Himmelskugel, welcher der Thierkreis genannt wird, s. **Thierkreis**. Ob nun gleich ihre wahre Bewegung immer **rechtläufig**, oder nach der Ordnung der himmlischen Zeichen gerichtet ist, so macht doch die Bewegung der Erde, daß ihr Lauf bald geschwinder, bald langsamer ins Auge fällt, auch daß der Planet, wenn er der Sonne gegenüber gesehen wird, eine Zeit lang **stillstehend** und **rückläufig** erscheint. Dieser unregelmäßig scheinende Lauf hat den Namen **Planeten** veranlasset, der in der griechischen Sprache irrende Sterne bedeutet.

Wenn man diese von der Bewegung der Erde herrührenden Täuschungen abrechnet, und den wahren Lauf der Planeten betrachtet, so findet man denselben ziemlich regelmäßig, und den von **Kepler** entdeckten Gesetzen unterworfen, s. **Keplerische Regeln**. **Newton** hat entdeckt, daß

sich bey jeder Centralbewegung, die diesen Gesetzen folgt, die Centripetalkraft verkehrt, wie das Quadrat des Abstands vom Mittelpunkte der Kräfte, verhalten müsse, s. **Centralbewegung.** Hieraus folgt, daß jeder Planet, so wie die Erde selbst, mit einer Kraft, die diesem Gesetze gemäß ist, nach der Sonne getrieben werde, s. **Gravitation.** Kleine Abweichungen von diesem gesetzmäßigen Laufe verrathen, daß die Planeten auch gegen einander selbst graviriren, s. **Perturbationen.** So erhält man ein System der Planetenbewegungen, aus dem sich ihr Lauf völlig übereinstimmend mit den Beobachtungen erklären, berechnen und in Tafeln bringen läßt, welche Absicht man vor Newtons Entdeckungen auf keine Weise erreichen konnte.

Da die Planeten nach eben den Gesetzen, wie die Erde, um die Sonne laufen, von ihr Licht empfangen, sich um ihre Axe drehen, und zum Theil auch von Monden begleitet werden, so erhellt hieraus ihre große Aehnlichkeit mit der Erde. Auch ist die Vermuthung, daß diese Körper bey ihrer so beträchtlichen Größe nicht blos zum Schauspiele für uns geschaffen, sondern zum Aufenthalte denkender und empfindender Wesen bestimmt sind, höchst wahrscheinlich und den Begriffen von der unendlichen Weisheit und Güte des Schöpfers ganz angemessen. **Huygens** (Cosmotheoros s. de terris coelestibus. Hag. Com. 1698. 4.) und **von Fontenelle** (Entretiens sur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. übers. mit Anm. von **Bode**, Berlin, 1780. 8. 2te sehr vermehrte Aufl. 1789. 8.) haben diese Vermuthung schön ausgeführt. Die Flecken, welche man auf einigen wahrnimmt, s. **Venus, Mars, Jupiter,** zeigen auch Ungleichheiten und Veränderungen auf der Oberfläche an.

Es haben aber einige, z. B. **Wilkins** und der Freyherr **von Wolf** (Elem. Astron. theor. C. 2. Schol. sub fin.) diese Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde viel zu weit getrieben. Der letztere stellt sich im Jupiter Bewohner vor, deren Körper ganz den unsrigen ähnlich, und nach eben den Verhältnißen gebaut sind. Weil das Sonnenlicht im Jupiter wegen seines 5mal größern Abstands von

der Sonne 25mal schwächer, als bey uns ist, so muß nach ihm der Augenstern dieser Jupitersbewohner, um eben so viel Licht aufzufassen, 25mal mehr Fläche, mithin einen 5mal größern Durchmesser, als der unsrige haben, also ihr ganzer Körper 5mal wenigstens 2½mal länger, als der unsrige seyn, und der Statur des Königs Og zu Basan gleichen, u. s. w. Da sich Jupiter in 10 Stunden um seine Axe dreht, so würden diese Riesen sehr kurze Tage haben. Es ist vielmehr zu vermuthen, daß der Schöpfer, dessen Werke unendlich mannigfaltig sind, auf jedem Planeten eine eigne Einrichtung getroffen und andere Formen der Körper hervorgebracht habe. Menschen, wie wir, können die Bewohner der Planeten nicht seyn, auch muß die Einwirkung der Sonnenstralen auf sie und die Materien ihrer Wohnplätze anders, als bey uns, erfolgen. Unser Bley würde sonst im Merkur stets geschmolzen, unser Quecksilber im Saturn und Uranus stets gefroren seyn: Körper, wie die unsrigen, würden in jenem verbrennen, und in diesen erstarren. Dies zeigt sehr deutlich, daß die besondere Naturgeschichte der Planeten von der unsrigen sehr weit abweichen müsse, und daß es dort ganz andere Dinge giebt, von denen wir nicht einmal Begriffe haben können.

Kircher (Iter exstaticum caeleste, cum praeluſ. et scholiis *Gaſp. Schotti*. Herbip. 1671. 4.) läßt sich von einem Engel durch alle Himmelskörper führen, und erzählt, was er auf jedem angetroffen habe. Dieser seltsame Roman wird nur durch Schotts Anmerkungen brauchbar, welche die astronomischen Wahrnehmungen erzählen, von denen Kircher zu seinem Mährchen Anlaß genommen hat.

Was von jedem Planeten insbesondere bekannt ist, findet man unter dem ihm zugehörigen Artikel, und die ganze Verbindung ihres Systems bey dem Worte: **Weltsystem**.

Kästner Anfangsgr. der Astronomie, dritte Aufl. Göttingen, 1781. 8. S. 174. 175.

Planisphär, Planisphaerium, Planiglobium, *Planiglobe*. Die Verzeichnung einer Halbkugel mit den dar-

auf befindlichen Gegenständen auf einer ebnen Fläche. So werden Himmels- und Erdkugel auf ebnen Flächen verzeichnet (Planisphaerium coeleste et terrestre), indem man die beyden Halbkugeln entweder neben einander legt, oder jede auf einem besondern Blatte vorstellt.

Die Verzeichnung kan entweder nach **orthographischer** oder nach **stereographischer** Projection geschehen. Bey jener wird angenommen, das Auge sey unendlich entfernt, bey dieser, es stehe in der Fläche der Kugel und betrachte die gegenüberliegende hole Halbkugel, wie sie sich auf einer durch den Mittelpunkt gelegten Tafel darstellt. Für die Himmels- und Erdkugel wird gewöhnlich die stereographische Projection gewählt. Sie heißt **Polarprojection**, wenn das Auge im Pole, **Aequatorealprojection**, wenn es im Aequator steht. Von jener hat schon **Ptolemäus** (*Cl. Ptolemaei* Planisphaerium cum Commentar. *Federici Commandini*. Venet. 1558.) geschrieben. Bey den Himmelskarten ist sie die gewöhnlichste, s. **Sternkarten**. Die Vorstellungen der ganzen Erdkugel oder **Universalkarten** werden nach beyderley Arten, bisweilen auch auf den Horizont irgend eines Orts, z. B. Paris, Berlin, projicirt, s. **Erdkugel** (Th. II. S. 49.).

Auf solchen ebnen Verzeichnungen der Himmelskugel mit ihren Kreisen lassen sich allerhand astronomische Aufgaben auflösen. Man gebrauchte ehedem solche auf Messing oder Holz projicirte Vorstellungen der Kreise als astronomische Instrumente, unter dem Namen der **Astrolabien**. Die französischen Astronomen nennen dergleichen noch jetzt *Planisphères*.

Kästner Anfangsgr. der Astronomie, 3te Aufl. 1781. S. 65. 66.

Brisson Dict. rais. de Physique, art. *Planisphère*.

Planspiegel, s. Spiegel.

Platina, Platina del Pinto, Platina, Platinum, *Platine*, *Or blanc*. Ein eignes, erst seit 1750 bekanntes Metall, welches in den stärksten Graden des gewöhnlichen Feuers unschmelzbar und im reinsten Zustande

dehnbar ist, von der Farbe des Silbers und der Schwere des Goldes. Ueberhaupt kömmt die Platina in ihren Eigenschaften dem Golde am nächsten, und führt daher sehr schicklich den Namen des **weissen Goldes**. Der spanische Name ist das Diminutiv von *Plata*, und bedeutet klein Silber *(petit argent)*. Die Spanier nennen sie auch Juan blanca.

Dieses Metall findet sich in den Goldbergwerken des spanischen Amerika, besonders zu Santa Fe bey Carthagena. Man erhält es gewöhnlich in kleinen Schuppen oder Körnern, die mit einem schwarzen eisenhaltigen Sande vermischt sind. Diese Platinakörner sollen mit dem Golde in der Erde gefunden, und durch Quecksilber davon geschieden werden. Auch ist ihr Metall mit Eisen vermischt, und wird im gewöhnlichen Zustande vom Magnet gezogen. Man scheint es seiner Unschmelzbarkeit halber lange Zeit vernachlässiget, und für ein unbrauchbares Mineral oder Kies gehalten zu haben.

Don **Antonio Ulloa**, der die französischen Gelehrten bey der Gradmessung in Peru begleitete, erwähnt die Platina zuerst in seiner zu Madrid 1748 gedruckten Reisebeschreibung. Im Jahre 1749 sendete **Wood** einige Proben davon aus Jamaica nach England. Hierauf ward sie von **Scheffer** (Schwed. Abhdl. 1752. XIV. B. S. 275 u. f. 1757. XIX. B. S. 303 u. f.) **Lewis** (Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. II. p. 638. Vol. L. P. I. p. 148. auch Historie der Platina im Zusammenhange der Künste, Th. I. B. I. S. 211.) und **Marggraf** (Mem. de Berlin. 1757. auch in s. Chymischen Schriften, Th. I. S. 1 u. f.) untersucht, und durch **Morin** (L'or blanc ou l'huitième Métal. Paris, 1758. 12.) auch in Frankreich bekannt gemacht, wo sich **Baume**, **Macquer**, **de Morveau**, die Grafen von **Buffon** und von **Milly**, zuletzt aber und vorzüglich der churpfälzische Gesandte am Hofe zu Versailles Graf von **Sickingen** (Versuche über die Platina, Manheim, 1782. 8. a. d. frz. übers. von Herrn **Succow** in Lautern) mit fernern Untersuchungen darüber beschäftiget haben. Auch **Bergmann** (De Platina in Opusc. Vol. II. p. 166. und De tubo ferru-

minatorio §. 23.) hat Versuche über dieses Metall angestellt, die mit den Sickingischen sehr wohl übereinstimmen. **De Morveau, Buffon** und **de Milly** hielten die Platina für eine Mischung von Gold und Eisen; **von Sickingen** aber hat sie zuerst in ihrer gehörigen Reinigkeit als ein eignes feuerbeständig-dehnbares, mithin **edles Metall** dargestellt.

Nach den vortreflichen Versuchen dieses Chymisten halten die gewöhnlichen Platinakörner auf ein Drittel Eisen, welches sich ungemein schwer abscheiden läst. Dies verändert die Eigenschaften des Metalls so sehr, daß man dieselben nach den mit solchen Körnern angestellten Versuchen gar nicht beurtheilen kan. Auch findet man darinn bisweilen Goldtheilchen, und etwas Quecksilber, welches vielleicht von der Bearbeitung herrührt. Die Reinigung von Eisen gelang endlich auf dem nassen Wege durch Auflösung in Königswasser, fortgesetzte Niederschlagung des Eisens mit Blutlauge, und Krystallisirung der übrigen Auflösung.

Diese gereinigte Platina ließ sich unter dem Hammer strecken, zu Drath von $\frac{1}{7}$ Lin. Durchmesser ziehen, und auf der Plattmaschine platten. Ihre Dehnbarkeit ist also erwiesen, ob man ihr gleich noch keine bestimmte Stelle gegen die Dehnbarkeit anderer Metalle anweisen kan.

Ihre Festigkeit ward durch eine eigne Maschine untersucht, und stärker, als die Festigkeit des Goldes und Silbers gefunden. Auch ist ihre Härte sehr beträchtlich, und fast der des Eisens gleich. In Absicht des Glanzes und der Politur übertrift sie alle Metalle, daher der Graf **von Sickingen** eine Composition von Platina, Eisen und Gold zu Metallspiegeln vorschlägt.

Ihr eigenthümliches Gewicht übertrift nach eben diesen Versuchen das Gewicht des Goldes, das man sonst für die schwerste aller Materien hielt. Es beträgt 20 bis 21,061 mal so viel, als das Gewicht des destillirten Wassers. Die gewöhnlichen Körner aber sind nur 11, und die schwersten 15mal so schwer, als Wasser.

Im gewöhnlichen Feuer ist die reine Platina in so hohem Grade unschmelzbar, daß in Oefen, die mit Blase-

bälgen auf allen Seiten erbaut waren, die Tiegel und eisernen Stäbe niederschmolzen, aber die Platina nur zusammengeschweißt ward. Dennoch schmolz sie unter dem Trudainischen Brennglase. Auch hat Herr Gellert in Freyberg Platina in einem mit Stübbeheerd gefütterten Schmelztiegel, und de Morveau dergleichen durch einen Zusatz von Glas, Borax und Kohlenstaub geschmolzen. Beydes aber ist wohl nicht völlig von Eisen gereinigte Platina gewesen.

Mit andern Metallen versetzt kömmt sie ganz leicht in Fluß. Weil sie sich so leicht mit dem Golde verbinden läst, und man sonst kein Mittel kannte, diese Mischung zu entdecken, so verbot der spanische Hof ihren Gebrauch und ihre Ausfuhr, um die Verfälschung des Goldes zu verhüten. Dem Kupfer giebt sie, in geringer Menge zugesetzt, eine rosenrothe Farbe.

Gegen die mineralischen Säuren verhält sie sich, wie das Gold; sie wird nemlich blos von der dephlogistisirten Salzsäure und dem Königswasser angegriffen. Die Auflösung ist goldgelb, und die Laugensalze schlagen daraus ein gelbes oder ziegelrothes Pulver nieder, welches ein Platinakalk ist, dem aber in den meisten Fällen noch Salze anhängen. Die Blutlauge schlägt blos das beygemischte Eisen, als ein Berlinerblau, nieder, und ist daher zur Reinigung der Platina brauchbar. Der Aether zieht die Platina aus der Auflösung in sich, wie das Gold, s. **Gold**. Da der Salmiak die Platina niederschlägt, ohne das Gold zu fällen; hingegen der Eisenvitriol das Gold fällt, ohne die Platina niederzuschlagen, so kan man anjetzt durch diese Mittel die Vermischung des Goldes mit der Platina sehr sicher entdecken.

Dieses vortrefliche Metall, welches so feuerbeständig und unzerstörbar, als das Gold, und so hart und fest, als das Eisen, ist, auch von Luft und Wasser nicht angegriffen wird, nicht rostet und den einfachen Säuren so gut, als Glas, oder irdene Gefäße, widersteht, würde den Wissenschaften, Künsten und der Handlung unendliche Vortheile bringen, wenn es nicht ungebraucht in Amerika liegen

bleiben müste. Der einzige Gebrauch, den man bey seiner großen Seltenheit bisher davon gemacht hat, ist zu Compositionen für Metallspiegel gewesen. Im lichtenbergischen Magazin (IV. B. 2 St. S. 190.) findet man die Nachricht, daß der Abbe Rochon ein Teleskop von sechs Fuß mit einem Spiegel von diesem Metalle verfertiget habe.

Macquer chymisches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Platina.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipz. 1786. gr. 8. S. 377 u. f.

Platten, elektrische, s. Quadrat, elektrisches.

Platzgold, s. Knallgold.

Pnevmatik, Pnevmatica. Unter diesem Namen hat Karsten (Lehrbegrif der gesammten Math. Th. 6. Greifsw. 1771. 8.) die Lehre von der Bewegung elastischer flüßiger Massen, oder luftförmiger Stoffe vorgetragen, welcher sonst in der Aerometrie kaum gedacht ward. Man kan aber die Aerometrie, nach dem Beyspiele der andern mechanischen Wissenschaften, in Aerostatik, Pnevmatik und Aerodynamik eintheilen, s. Aerometrie. Die Karstensche Pnevmatik begreift die Aerodynamik mit in sich, weil sich überhaupt von der Bewegung luftförmiger Materien wenig ohne höhere Mathematik lehren läst.

Karsten giebt in seiner Pnevmatik eine allgemeine Formel über die Bewegung der Luft in Gefäßen und Röhren, wendet diese auf die Berechnung der Luftpumpen und Windbüchsen an, verbindet damit die Lehre von der Gewalt des entzündeten Schießpulvers, und beschließt mit der Theorie des Windstoßes, des Anemometers und der Windmühlenflügel. Er gesteht selbst, daß wir in Absicht des Physikalischen, worauf die Rechnungen gegründet werden müssen, noch weit zurück sind. Wenn man alles, was höhere Mathematik voraussetzt, absonderte, so würde für die gemeine Pnevmatik noch immer die Erklärung vieler nützlichen Maschinen übrig bleiben, welche jetzt zum Theil zur Mechanik und Hydraulik gezogen werden.

Pnevmatisch-chymischer Apparat, pnevmatisch-chymische Geräthschaft, Apparatus pnevmato-chymicus, *Appareil pneumato-chymique.* Seitdem die Entdeckungen über die Gasarten oder luftförmigen Stoffe für die Naturlehre so wichtig geworden sind, hat der Physiker bey seiner Experimentalgeräthschaft eigne Werkzeuge nöthig, um die elastischen Materien, die sich bey den Auflösungen, Destillationen u. s. w. entwickeln, aufzufangen, einzuschließen, oder nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, zu sperren, und den Versuchen zu unterwerfen. Man begreift diese Werkzeuge zusammen unter dem Namen des pnevmatisch-chymischen Apparats. Pnevmatisch nemlich heißt alles, was luftförmige Stoffe angeht (so ist auch die Luftpumpe ein pnevmatisches Werkzeug): chymisch aber wird diese Geräthschaft insbesondere genannt, weil sie zu Untersuchung der chymischen Eigenschaften dient.

Man sammlet die Luftarten in gläsernen Gefäßen, die insgemein cylindrisch, oder den Glocken der Luftpumpe ähnlich sind. Weil aber die atmosphärische Luft, mit der sie sich sonst vermischen würden, sie nicht berühren darf, so schließt man sie in den obern Theil dieser Glocken vermittelst einer flüßigen Materie ein, die den untern Theil ausfüllt, und den Zutritt der Luft abhält. Diese flüßige Materie ist gewöhnlich Wasser; bey den mit Wasser mischbaren Gasarten aber ist nöthig, Quecksilber zu gebrauchen. Daher theilt sich die pnevmatisch-chymische Geräthschaft in den gemeinen Wasserapparat und den Quecksilberapparat.

Schon D. Hales, Brownrigg und Cavendish gebrauchten zu ihren Versuchen über die Luft Gefäße mit Wasser, in welchen mit Wasser gefüllte gläserne Glocken umgestürzt waren, und leiteten die aus den Körpern entwickelte Luft unter diese Glocken, in welchen sie ihrer specifischen Leichtigkeit gemäß in den obern Theil aufstieg, und sich über das Wasser setzte. Dies ist die Hauptidee der ganzen Geräthschaft, deren erste Anwendung dem D. Hales zugehört. Aber D. Priestley hat bey seinen fast unzählbaren Versuchen in diesem Fache so manches abgeändert

und einfacher eingerichtet, daß man ihn billig den Erfinder der jetzt üblichen Vorrichtungen nennen kan. Er beschreibt dieselben (Versuche und Beob. über verschiedene Gattungen der Luft, a. d. engl. I Theil. Wien und Leipz. 1778. 8. S. 6 u. f.) nach ihrer ersten Einrichtung, wozu nachher noch einige Abänderungen gekommen sind. Die Anstellung der Versuche selbst erfordert noch Handgriffe, über die sich kein schriftlicher Unterricht geben läst, die man aber durch eigne Ausübung gar bald erlernt.

Das erste Stück des gemeinen Wasserapparats ist eine ovale **Wanne** von Holz, oder auch von verzinntem Kupfer ABCD, Taf. XIX. Fig. 81. Ihre Länge kan 2—3 Fuß; ihre Tiefe und Breite 1—1½ Fuß betragen. Man kan sie mit eisernen Reifen umlegen, und von aussen mit Oelfarbe anstreichen. Bey KK bekömmt sie eiserne oder messingne Handhaben. Inwendig ist es rathsam, das Holz nicht anzustreichen, sondern blos zu lassen. Die besten Dienste würden Wannen von Töpferzeug oder Steingut thun, wenn man sie von dieser Größe haben könnte.

Drey bis vier Zoll unter ihrem obern Rande ist ein **Queerbret** oder **Gesimse** efg wagrecht so angebracht, daß es ohngefähr den dritten oder vierten Theil des Durchschnitts der Wanne bedeckt. Dieses Bret ist 1—1½ Zoll dick, und hat längst dem Rande ef hin eine Reihe runder Löcher hi, welche bis ½ Zoll im Durchmesser haben, und etwa 1 Zoll weit vom Rande ef abstehen. Diese Löcher sind an der untern Seite des Brets trichterförmig ausgeweitet, oder es stecken in ihnen kurzröhrichte Trichter, die ihre weite Mündung dem Boden der Wanne zukehren. Das Bret selbst ist in einen an der innern Seite der Wanne angebrachten Falz eingelegt, damit man es bey Reinigung der Wanne herausschieben könne. Bey den Versuchen wird es von einem durch ein Loch im Brete und Falze gesteckten Zapfen festgehalten.

Diese Wanne wird auf einer Bank in einer bequemen Höhe an ein Fenster gestellt, um bey den Versuchen das nöthige Licht zu haben. Man füllt sie mit Wasser soweit

an, daß das Gesimse efg $1\frac{1}{2}$ — 2 Zoll hoch davon bedeckt wird.

Zur Auffammlung und Ausbewahrung der entwickelten Luftarten gebraucht man allerley gläserne Gefäße, vorzüglich Glocken und Cylinder, die am obern Ende entweder ganz zu, oder mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel versehen, am untern ganz offen sind. Die Glocken bekommen auch wohl oben einen Knopf, um sie bequemer aufzuheben. Man muß deren von 9 — 15 Zoll Höhe, und von 6 — 10 Zoll Durchmesser haben. Ihre Höhe richtet sich nach der Tiefe der Wanne, um sie ganz darinn untertauchen zu können. Die Cylinder müssen so genau als möglich gearbeitet seyn, damit man aus der Höhe der darinn stehenden Flüßigkeiten ohne merklichen Fehler auf den körperlichen Inhalt schließen könne.

Um nun ein solches Gefäß in den Stand zu setzen, in welchem es eine entwickelte Luftart aufnehmen kan, muß man es zuvor ganz mit Wasser anfüllen. Zu dem Ende wird es ganz in das Wasser der Wanne untergetaucht, und so gewendet, daß sich die untere Oefnung oberwärts kehrt. Läßt man es eine kurze Zeit in dieser Lage, so geht die darinn befindliche atmosphärische Luft in Blasen heraus, und das Wasser der Wanne tritt an ihre Stelle. Man kehrt nunmehr das ofne Ende des Gefäßes unter dem Wasser wieder unterwärts, und hebt das obere aus der Wanne hervor, bis der untere Rand des Glases an den Rand des Gesimses ef kömmt. Alsdann schiebt man das Gefäß seitwärts über das Gesimse efg, und setzt es auf demselben nieder. Man muß sich dabey nur hüten, daß kein Theil vom untern Rande des Glascylinders über die Wasserfläche hervorkomme, welche noch $1\frac{1}{2}$—2 Zoll hoch über der Fläche efg steht; sonst würde die atmosphärische Luft ins Gefäß dringen, und das Wasser heraustreiben. Hat man aber diese Berührung der Luft verhütet, so bleibt der umgekehrte Glascylinder ganz mit Wasser gefüllt auf efg stehen. Denn da das Wasser der Wanne den Druck der Atmosphäre trägt, so kan die im Gefäße stehende Wassersäule nicht fallen, und einen leeren Raum über sich lassen, wofern sie nicht über 30 Fuß

hoch ist, s. Luft (oben S. 7. 8.). So weit reicht aber die Höhe der gewöhnlichen Glocken und Cylinder bey weitem nicht. Nach dieser Vorbereitung ist nun das Gefäß geschickt, statt des Wassers eine entwickelte Luftart aufzunehmen.

Zur Entwicklung der Luftarten selbst dient, wenn keine große Hitze nöthig ist, die gewöhnliche Taf. XIX. Fig. 82. vorgestellte Entbindungsflasche. Sie besteht aus einem weissen starken Glase A, in dessen Hals eine wie ein umgelegtes S gebogne, an beyden Enden ofne, Glasröhre B eingeschliffen ist. Man kan auch die Oefnung des Glases A mit einem Korkstöpsel verschließen, in welchen ein Loch gebohrt ist, durch welches die gebogne Röhre B hindurchgeht. Es werden die zur Entwicklung nöthigen Materialien in A eingeschüttet, und alsdann Stöpsel und Röhre, oder die eingeschliffene Röhre B aufgesetzt, wie schon beym Worte Gas, brennbares (Th. II. S. 363.) angeführt ist. Man kan auch den Entbindungsflaschen, wie bey Fig. 83., zwo Oefnungen geben, wo C zum Einschütten der Materialien, B zu Aufsetzung der Röhre dient. Ist eine gelinde Hitze nöthig, so hält man unter A ein Kohlenfeuer, oder einen brennenden Wachsstock.

Wenn stärkere Hitze erfordert wird, muß man statt dieser Flasche gläserne beschlagne oder irdene Retorten gebrauchen, die ins Sandbad gestellt, oder ins freye Feuer gelegt werden können. Diese bekommen eben solche gebogne Röhren, wie die Entbindungsflasche. Um das Zerspringen zu verhüten, macht man diese Röhren von Blech; wenn aber die entwickelten elastischen Materien das Metall angreifen, müssen sie doch von Glas seyn. Zuweilen bedient man sich auch eines Flintenlaufs, von dem das eine Ende mit den hineingebrachten Materialien ins freye Feuer gelegt, das andere aber mit dem gebognen Rohre versehen, oder auch unmittelbar unter das Aufsammlungsgefäß gebracht wird.

Bey der Entbindung selbst wird die Oefnung des gekrümmten Rohres unter die Mündung eines im Gesimse der Wanne befindlichen Trichters gebracht, über welchem das

mit Wasser gefüllte Gefäß steht. Die Krümmung der Röhre macht, daß man die Entbindungsflasche in dieser Stellung über den Rand der Wanne hängen kan. Die entwickelte Luft steigt aus dem Rohre wegen ihrer Leichtigkeit im Wasser auf, geht durch den Trichter ins Gefäß, setzt sich in dessen obern Theil, und treibt das Wasser immer tiefer herab. Die absolute Elasticität der Luftart im Gefäße ist alsdann gleich dem Drucke der Atmosphäre weniger dem Drucke der noch im Gefäß unter der Luftart befindlichen Wassersäule. Wenn das Gefäß ganz angefüllt ist, d. i. wenn das Wasser in demselben dem in der Wanne gleich steht, so hat die eingesperrte Luftart gleiche absolute Elasticität mit der Atmosphäre selbst. Man schiebt alsdann ein neues mit Wasser gefülltes Gefäß an die Stelle des vorigen.

Will man ein mit der Luftart ganz oder zum Theil gefülltes Gefäß aus der Wanne hinwegnehmen, so senkt man einen porcellanenen, irdenen oder hölzernen Teller unter das Wasser, und führt das Gefäß senkrecht darauf, ohne dessen untern Rand über das Wasser hervorkommen zu lassen. Sobald es auf den Teller niedergesetzt ist, kan man denselben mit dem Gefäße aus der Wanne heben, und auf die Seite setzen, wobey die Luftart durch das auf dem Teller zurückbleibende Wasser gesperrt wird, wie Taf. XIX. Fig. 84.

Um die Luftarten in enghalsigen Flaschen oder Röhren aufzufangen, dienen kurzröhrichte flache Trichter, die man in die Oefnung der mit Wasser gefüllten umgekehrten Flaschen oder Röhren steckt, und sie mit selbigen über ein Loch im Brete der Wanne bringt. Zur Aufbewahrung der Luftarten verstopft man die Mündung der Flasche unter dem Wasser mit Kork oder einem eingeschliffenen Stöpsel, und verwahrt sie mit Wachs, oder man läßt die Flasche umgekehrt mit der Mündung in einer Schale voll Wasser stehen.

Der Queckſiberapparat für Gasarten, die sich mit dem Wasser zu schnell vermischen, ist im Wesentlichen dem Wasserapparat ähnlich, nur wegen des Preißes und der Schwere des Quecksilbers kleiner. Statt der Wanne dient ein viereckigtes Gefäß von dicht zusammengefügtem Holz oder Eisenblech, wie ABC, Taf. XIX. Fig. 85., etwa 12 Zoll

lang, 4 Zoll breit, und 5 Zoll tief, das gegen 100 Pfund Quecksilber hält. Das Bret oder Gesimse von Holz wird eben so, wie beym Wasserapparat in einem Falze angebracht, damit man es herausschieben könne. In diesem Brete, wovon Fig. 86. einen Durchschnitt vorstellt, befindet sich eine Oefnung l, welche unten trichterförmig ausgeweitet, oben aber, wie die Figur deutlich zeigt, in eine kleine ¼ Zoll hohe Röhre geendiget ist, die etwa ½ Zoll Durchmesser hat. Dies ist wegen der Undurchsichtigkeit des Quecksilbers nöthig, damit man unter demselben die Stelle l fühlen könne. An der untern Seite des Brets darf nichts hervorragendes stehen bleiben. Das Gefäß ABC bekömmt Handhaben, wie L, und wird in ein anderes flaches Gefäß HIK gesetzt, um den Verlust des Quecksilbers zu verhüten. Die zum Quecksilberapparat gehörigen Cylinder sind nur schmal und wenige Zoll hoch. Es würde sonst zu schwer seyn, sie mit Quecksilber gefüllt heraufzuziehen und gehörig zu behandlen. Uebrigens ist das Verfahren eben so, wie beym Wasserapparat, und die umgekehrten Gefäße bleiben mit Quecksilber gefüllt, so lang ihr oberes verschloßnes Ende nicht 28 Zoll hoch über der Quecksilberfläche in ABC steht.

Um in diesen Apparaten eine Luftart aus einem Gefäße ins andere zu bringen, stellt man das letztere Gefäß mit der Flüßigkeit der Wanne gefüllt über das Loch des Gesimses, bringt jenes Gefäß mit der Mündung nach unten gekehrt, in diese Flüßigkeit, öfnet es unter derselben, bringt die Mündung nach und nach unter den Trichter, und läßt durch allmähliges Neigen die darinn enthaltene Luft in Blasen in die Höhe steigen, und durch den Trichter in das andere Gefäß gehen. Soll ein bestimmtes Volumen von Luft in ein Gefäß gebracht werden, so dienen dazu Maaße mit Schiebern, dergleichen bey dem Worte **Eudiometer** (Th. II. S. 100.) beschrieben worden sind.

Alle diese Behandlungen erfordern Handgriffe, die man am besten durch Uebung lernt. Es wird dienlich seyn, über dieselben **Priestley's** Vorschriften (Vers. und Beob. über verschiedne Gattungen der Luft, Th. I. S. 5 u. f.) nachzulesen.

Weil bey der Abmessung des Volumens der Luftarten in Gefäßen wegen der Wärme, Compression durch die Atmosphäre, Mischung und Absorption immer große Schwierigkeiten übrigbleiben, die bey dem gewöhnlichen Apparat gar nicht zu vermeiden sind, so verfiel Lavoisier zuerst darauf, die Luftarten durch Spritzen auszusaugen und aus einem Gefäße ins andere zu bringen. Herr Wilke (Neue schwed. Abhdl. IV Band, 1785, auch in Lichtenbergs Magazin fur das Neuste rc. III B. 4 St. S. 106 u. f.) hat eine sehr deutliche Vorstellung dieser Einrichtung gegeben, die sich zugleich als ein Eudiometer gebrauchen läst, die aber auch hier, als Abänderung des Apparats im Allgemeinen, angeführt werden muß.

Taf. XIX. Fig. 87. ist ab ein Gefäß von übersirnißtem Eisenblech, in welchem an drey Stangen c, c, c drey birnförmige Luftflaschen d, e, f hängen, welche so abgewogen sind, daß sie halb mit Luft gefüllt, gerade auf dem Wasser schwimmen, ohne umzustürzen; ihre Oefnungen sind unter der Wasserfläche des Behälters ab. Diese Flaschen können zuerst mit Wasser, und dann mittelst Einbringung der Spritzröhre mit den Luftarten angefüllt werden. Die Spritze hat an ihrer gebognen Röhre einen aufsteigenden Schenkel, der so lang ist, daß er bis an den obern Theil der Flaschen d, e, f reicht, und so standhaft, daß dieselben mit ihm können aufgehoben werden. Bey g ist eine Glaskugel mit zwo Hälsen an die obere Oefnung der Spritze befestiget. Die Spritze h i selbst besteht aus einem ganz glatten gleich weiten Cylinder von Messing, dessen Kolben mit Leder überzogen ist. Der Stempel der Spritze i k ist vierkantig, und der ganzen Länge nach in Zolle und Linien abgetheilt, welche vermittelst eines am Loche i angebrachten Nonius noch in Zehntheile getheilt werden, wodurch die Bewegung des Saugens und der innere Raum der Pumpe weit leichter und genauer, als sonst möglich wäre, in Hunderttheile eines Zolles getheilt werden.

Will man diese Vorrichtung als Eudiometer gebrauchen, so wird von den Flaschen d, f, die eine mit Salpeterluft, die andere mit der zu prüfenden Luftart, gefüllt. Als-

dann zieht man mit der Spritze aus diesen Flaschen gleiche oder sonst verhältnißmäßige Theile aus, und bringt sie in der mittelsten Flasche e zusammen. Um die Mischung noch mehr zu befördern, werden sie mehreremale zusammen in die Spritze gezogen, und wieder ausgespritzt. Darauf wird die Abtheilung der Spritze genau auf den Anfang gestellt und die rückständige Luft in die Spritze eingezogen, da denn das Volumen derselben unmittelbar an den Graden der Stange abgemessen werden kan.

Hiebey müssen alle Theile des Apparats eine hinlängliche Zeit hindurch an einerley Orte gestanden und einerley Temperatur angenommen haben. Während dem Einsaugen muß man die Flaschen nicht an ihren Armen hängen lassen, sondern mit dem eingesteckten Spritzrohre selbst abheben und so senken, daß das innere Wasser mit dem äussern im Behälter in gleicher Höhe bleibt, und folglich die innere Luft mit der äussern immer gleiche absolute Elasticität behält. Beym Ausziehen der Spritzröhre aus der Flasche muß man verhüten, daß keine Luftblase aus der Röhre zurückgehe oder hineinkomme, welches die Menge der abgemessenen Luft verändern würde. In dieser Absicht ist es gut, über die Luft in der Spritzröhre etwas Wasser zu ziehen, welches bey der Abmessung selbst wieder herausgetrieben wird. Wenn man die Salpeterluft zu der zu prüfenden hinzuläßt, muß die Spritzröhre so hoch hinaufgebracht werden, daß die Salpeterluft nicht erst durchs Wasser gehen darf, sondern beyde Luftarten sich unmittelbar berühren — ein Vortheil, der bey andern Einrichtungen des Eudiometers mangelt, der aber ungemein viel zur Uebereinstimmung der Angaben beyträgt.

Zum Eudiometer möchte man nun wohl eine einfachere und leichtere Einrichtung wünschen; sonst aber dient diese Geräthschaft sehr bequem zu andern Versuchen mit Luftarten, die man dadurch mit vieler Genauigkeit und Reinlichkeit abmessen und in jedem Verhältniße vermischen kan. Herr Wilke beschreibt a. a. O. auch einen zum Eudiometer dienenden Quecksilberapparat.

Um die Luftarten bequem aus einem Gefäße in ein anderes zu bringen, hat auch Herr Göttling (Beschreibung verschiedener Blasenmaschinen, Erfurt, 1784. 4.) eine Vorrichtung angegeben.

Tib. Cavallo Abhdl. über die Natur und Eigenschaften der Luft rc. a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. Th. II. Cap. 5.

Gren systemat. Handbuch der Chemie, erster Theil, Halle, 1787. gr. 8. §. 163 u. f.

Magazin für das Neuste aus der Physik u. Naturg. v. Lichtenberg, III B. 4 St. S. 106 u. f.

Polarität, Polaritas, Directio magnetica, *Polarité, Direction de l'aimant.* Die Eigenschaft des Magnets und der mit demselben bestrichenen Nadeln, sich, wenn sie frey schweben, mit gewissen Punkten nach den magnetischen Polen der Erde zu richten. Wenn man nemlich einen Magnet frey an einem Faden aufhängt, oder mit untergelegtem Kork, Holz rc. auf Wasser oder Quecksilber schwimmen läst, so findet man an ihm zween entgegengesetzte Punkte, deren einen er immer der Mitternachtsgegend, den andern der Mittagsgegend zuwendet. Eben dies sind die Punkte, an welche sich die meiste Stahlfeile anlegt, wenn man dergleichen an den Magnet bringt, und an welchen sich ein kleiner stählerner Stift auf die Oberfläche des Magnets von selbst senkrecht stellt. Man nennt sie den **Nord-** und den **Südpol** des Magnets, s. **Magnet.** Eben so verhält es sich auch mit den künstlichen Magneten und Nadeln, die man gehörig bestrichen hat; diese haben die Pole an ihren beyden Enden, s. **Magnetnadel.**

Die Polarität des Magnets war den Alten gänzlich unbekannt, ob sie gleich die nützlichste unter allen magnetischen Eigenschaften ist. Ihre Entdeckung fällt in die dunkelste Periode des mittlern Zeitalters, s. **Compaß.** Die damals erfundnen Magnetnadeln und Seecompasse gaben auf einmal der Schiffahrt, und mit der Zeit auch der Geographie, eine ganz andere Gestalt. Dabey muste man bald entdecken, daß die Gegend, nach welcher die Nadeln wiesen, nicht genau die Mitternachtsgegend war, wiewohl sich die

zuverläßigern Beobachtungen hierüber erst im sechszehnten Jahrhunderte anfangen, s. Abweichung der Magnetnadel. Fortgesetzte Wahrnehmungen lehrten, daß diese Abweichung sogar nach Ort und Zeit veränderlich sey, und entdeckten auch, daß sich die Nadel gegen den Horizont neige, s. Neigung der Magnetnadel.

Hierauf gründete Gilbert schon im Jahre 1600 den Satz, die Erdkugel selbst sey ein Magnet. Er nahm die Erfahrung zu Hülfe, daß sich die gleichnamigen Pole zweener Magnete abstoßen, und die ungleichnamigen anziehen, und erklärte hieraus die Polarität sehr befriedigend, indem er der Erde gegen Süden und Norden Pole beylegte, die gegen die Nord- und Südpole der Magnete freundschaftlich oder anziehend wären. Diese Erklärung ist auch immer beybehalten worden, und hat durch neuere Entdeckungen den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit erhalten, da man jetzt im Stande ist, jedem Eisen ohne Beyhülfe eines andern Magnets, blos durch den Magnetismus der Erde, eine Polarität zu geben.

Die Polarität ist also eine Folge des Anziehens und Abstoßens der magnetischen Pole der Erde und jedes einzelnen Magnets. Man weiß auch jetzt, daß gar kein Magnetismus ohne Polarität statt finde, oder daß kein Eisen vom Magnet angezogen werde, ohne zugleich selbst Magnet zu werden und Pole zu bekommen. Ein magnetisches Eisen wird vom Nordpole eines Magnets + M nur darum angezogen, weil sein nächstes Ende durch den Wirkungskreis des + M ein – M erhält, oder ein Südpol wird. Das andere Ende erhält alsdann + M, oder wird ein Nordpol. Bringt man eine eiserne Stange in die Richtung des magnetischen Meridians, so ist das nördliche Ende derselben der Wirkung des Nordpols der Erde, welcher – M hat, mehr ausgesetzt als das südliche. Es erhält also + M, den Gesetzen der Wirkungskreise gemäß, und die Stange wird magnetisch, ohne Beyhülfe eines andern Magnets. Hat die Stange eine auf den magnetischen Meridian senkrechte Richtung, so kan diese Wirkung nicht erfolgen, weil alsdann der Nordpol der Erde auf alle Punkte derselben gleich stark

wirkt, und also keine ungleiche Vertheilung des ± M bewirken kan.

Polarkreise, Polarcirkel, Circuli polares, *Cercles polaires.* Diesen Namen führen auf der Himmels- und Erdkugel zween kleinere Kreise, deren Punkte sämtlich von den Polen dieser Kugeln um das Maaß der Schiefe der Ekliptik, oder fast um $23\frac{1}{2}°$, abstehen. Taf. VIII. Fig. 2. sind auf der Himmeskugel DE und LT, auf der Erdkugel de und lt die Polarkreise; DE und de der nördliche (arcticus), LT und lt der südliche (antarcticus). Da sie um die Pole gehen, sind sie dem Aequator parallel, oder gehören am Himmel zu den Tagkreisen, auf der Erde zu den Parallelkreisen, und ihre Punkte stehen vom Aequator um $66\frac{1}{2}°$ ab.

Am Himmel stehen die Pole der Ekliptik E und L auch um das Maaß der Schiefe der Ekliptik von den Weltpolen ab, s. **Pole der Ekliptik**; die beyden Polarkreise sind also hier die Tagkreise, welche die Pole der Ekliptik beschreiben.

Auf der Erdkugel umschließen die Polarkreise die beyden kalten Zonen, s. **Erdstriche**, und begrenzen die gemäßigten. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland (an der Stelle, wo die Gradmessung durch Maupertuis geschahe), den nördlichen Theil von Sibirien, Kamtschatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, ferner durch das Eismeer und Island. Der südliche fällt in die noch gröstentheils unbekannten Gegenden um den Südpol. Die Orte, welche in diesen Kreisen liegen, sehen am längsten Tage die Sonne gar nicht untergehen: und würden am kürzesten Tage sie nicht aufgehen sehen, wenn nicht die Stralenbrechung ihr Bild über den Horizont erhöbe.

Da die Schiefe der Ekliptik veränderlich ist, s. **Schiefe der Ekliptik**, so ändert sich mit ihr auch die Stelle und Größe der Polarkreise. Diese Veränderung ist aber so gering, daß man sie gewöhnlich ohne merklichen Fehler vernachläßigen kan.

Polarstern, Nordstern, Leitstern, Stella polaris s. navigatoria, *Etoile polaire*. Ein Fixstern zweyter Größe am äussersten Ende des Schwanzes vom kleinen Bären, welcher unter allen Sternen dem in unsern Ländern sichtbaren Weltpole, dem Nordpole, am nächsten steht, und also dient, die Stelle dieses Pols kenntlich zu machen, und die Mitternachtsgegend zu finden. Um ihn kennen zu lernen, sucht man zuerst die sieben Sterne im großen Bären (septem Triones) auf, welche unter dem Namen des **Himmelswagens** allgemein bekannt, und in unsern Ländern an jedem heitern Abende am mitternächtlichen Himmel sichtbar sind. Vier von diesen Sternen bilden ein längliches Viereck, gehören zum Körper des großen Bärs, oder stellen die vier Räder des Wagens vor: die übrigen drey stehen in einer Krümmung, und bilden den Schwanz des Bären oder die Deichsel des Wagens. Führt man durch die beyden letzten Sterne des Vierecks, d. i. durch die Hinterräder des Wagens eine gerade Linie, und verlängert dieselbe über den Rücken des Bärs hinaus, so ist der erste helle Stern, den diese Verlängerung trift, der Polarstern. Er ist der äusserste im Schwanze des kleinen Bären (Cynosura), dessen sieben Sterne eine dem Himmelswagen ähnliche Figur bilden, und der **kleine Wagen** genannt werden.

Dieser Stern steht dem nördlichen Weltpole, um welchen sich alle Gestirne zu drehen scheinen, sehr nahe, und beschreibt daher bey der täglichen Umdrehung nur einen kleinen kaum merklichen Kreis. Wenn man ihn aus einerley Standorte, z. B. aus ebendemselben Fenster, betrachtet, so findet man ihn immer an ebenderselben Stelle des Himmels, und unter ihm liegt im Horizonte der Mitternachtspunkt. Die phönicischen Schiffer bedienten sich dieses Sterns, um die Weltgegenden auf der See zu unterscheiden, und den Weg der Schiffe zu bestimmen.

Dennoch steht der Polarstern noch ein wenig vom Pole ab, und dieser Abstand ist wegen des Vorrückens der Nachtgleichen veränderlich. Zu den Zeiten des Eudoxus stand

sogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als das α. oder der jetzige Polarstern. Tycho fand den Abstand vom Pole 1577, 2° 58′ 50″, Riccioli 1680, 2° 32′ 30″, Maraldi 1732, 2° 7′ 9″. In den Fixsternverzeichnißen des Herrn Bode für 1780 wird die Abweichung des Polarsterns 88° 7′ 49″ und ihre jährliche Zunahme 19″, 6 angegeben. Daraus folgt der Abstand vom Pole = 1° 52′ 11″, und für 1789 = 1° 49′ 14″, 6. Der Polarstern rückt also dem Pole jährlich näher, und würde noch 350 Jahre nöthig haben, um ihn ganz zu erreichen.

Bey dem Vorrücken der Nachtgleichen aber beschreiben die Fixsterne Kreise um den Pol der Ekliptik, von dem sie also immer gleich weit entfernt bleiben. Nun steht der Polarstern vom Pole der Ekliptik um das Complement seiner Breite, d. i. um 23° 55½′, der Weltpol aber um das Maaß der Schiefe der Ekliptik, oder um 23° 28′ ab. Der Unterschied 27½′ ist die gröste Nähe, in welche der Polarstern jemals an den Pol anrücken kan. Diese Nähe wird er nach 324 Jahren erreichen, und alsdann sich wiederum vom Pole entfernen, so daß für die späte Nachwelt das γ des Cepheus Polarstern werden wird.

Dem Südpole steht das von de la Caille entworfene Sternbild des Seeoctanten am nächsten. Weil dieses aber nur Sterne der fünften Größe hat, so wird das β der kleinen Wasserschlange, ein Stern zweyter Größe, für den südlichen Polarstern angenommen, ob er gleich noch über 11° vom Pole entfernt ist.

Pole, Poli, *Poles*. In der Sphärik oder der Lehre von den Kugelschnitten wird der Name der Pole, als ein allgemeines Kunstwort, den beyden Endpunkten einer Axe beygelegt, s. Axe (Th. I. S. 227.). So sind die Punkte P und R, Taf. III. Fig. 37. die Pole aller der parallelen Kreise HI, DE, AQ, FG, KL, von welchen die gerade Linie PR die Axe ist. Von jedem Kreise auf einer Kugel, er sey ein gröster Kreis, wie AQ, oder ein kleinerer, wie HI, DE u. s. w. findet man also die Pole, wenn man aus seinem Mittelpunkte ein Loth auf seine Ebne errichtet, und

dasselbe auf beyden Seiten bis an die Oberfläche der Kugel verlängert.

Diese Pole stehen von allen Punkten der Kreise, denen sie zugehören, gleich weit, und von den Punkten des grösten Kreises A Q um 90° ab. Und wenn sich zween gröste Kreise der Kugel unter einem gewissen Winkel schneiden, so schneiden sich ihre beyden Axen im Mittelpunkte unter eben demselben Winkel, und ihre Pole sind auf der Kugelfläche von einander um einen Bogen entfernt, welcher das Maaß eben dieses Winkels ist.

Stellt man sich vor, die Kugel werde bey P und R festgehalten, und so um die unbewegte Axe P R umgedreht, so muß hiebey jeder Punkt der Kugelfläche einen von den parallelen Kreisen beschreiben, von denen P und R die Pole sind. Daher kömmt auch der Name **Pol**, der ursprünglich einen Punkt, um den etwas gedreht wird, einen Angel (cardo, vertex, von πολεω, verto) bedeutet.

So scheint sich die ganze Himmelskugel in 24 Stunden so umzudrehen, daß zween entgegengesetzte Punkte dabey unbewegt bleiben, welche daher die **Pole des Himmels** oder **Weltpole** heissen, s. **Weltpole**. Dies sind die Pole des Aequators, der mit ihm gleichlaufenden Tagkreise.

Eigentlich aber ist es die Erdkugel, welche sich in dieser Zeit so um ihre Axe dreht, daß dabey zween Punkte der Erdfläche, die **Erdpole**, unbewegt bleiben, s. **Erdpole**. Dieses sind die Pole des Erdäquators und der Parallelkreise.

Es lassen sich aber für jeden Kreis der Himmelskugel Pole gedenken. So hat die Ekliptik ihre eignen Pole, s. **Pole der Ekliptik**. Zenith und Nadir sind die Pole des Horizonts, Morgen- und Abendpunkt die Pole des Mittagskreises, Mittags- und Mitternachtspunkt Pole des ersten Scheitelkreises.

Bey jedem kugelähnlichen Körper, der sich um eine Axe dreht, heissen die Endpunkte dieser Axe **Pole der Umdrehung**, und sind Pole derjenigen parallelen Kreise, welche die Punkte der Oberfläche bey dieser Umdrehung beschrei-

ben. So hat man Pole der Umdrehung bey der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. s. w.

Durch die Weltpole werden die Weltgegenden bestimmt, weil man den Mittagskreis durch sie führet, und durch dessen Durchschnitte mit dem Horizonte den Mitternachts- und Mittagspunkt findet. Weil es nun an jedem Magnete gewisse Stellen oder Punkte giebt, die er, wenn er frey schwebt, allemal gegen Mitternacht und Mittag kehret, so nennt man auch diese Stellen seine **Pole**, obgleich hiebey von keiner Umdrehung oder Kugelgestalt die Rede ist, s. **Pole, magnetische.**

Pole der Ekliptik, Poli Eclipticės, *Poles de l'ecliptique.* Diejenigen Punkte der Himmelskugel, welche von allen Punkten der Ekliptik um 90° abstehen, oder die Endpunkte der Axe der Ekliptik p und q, Taf. VI. Fig. 105. s. **Ekliptik.** Sie stehen von den Weltpolen P und Q um Bogen ab, welche den Winkel pVP messen, um den sich die beyden Axen der Ekliptik und des Aequators pq und PQ gegen einander neigen, und der dem Winkel AVE dieser beyden Kreise selbst, oder der Schiefe der Ekliptik, gleich ist. Mithin beträgt der Abstand der Pole der Ekliptik von den Weltpolen fast $23\frac{1}{2}°$, s. **Schiefe der Ekliptik.**

Unter diesen beyden Punkten heißt p, welcher in die nördliche Halbkugel fällt, und bey uns sichtbar ist, der **Nordpol**, q in der südlichen Halbkugel, der in unsern Ländern unsichtbar bleibt, der **Südpol** der Ekliptik. Der Nordpol fällt in das Sternbild des Drachen, und steht in der verlängerten geraden Linie durch die beyden Vorderräder des Himmelswagens, zwischen dem Polarsterne und dem durch zween helle Sterne kenntlichen Kopfe des Drachens; der Südpol fällt unter die Sterne des **Schwerdtfisches** (Dorado).

Diese Pole drehen sich, wie alle Punkte der beweglichen Himmelskugel in 24 Stunden um die Weltpole, und beschreiben dadurch am Himmel die beyden **Polarkreise.** Sie haben also jeden Augenblick eine andere Stellung, da-

her sich denn auch die Lage der Axe und der Ekliptik selbst, gegen Horizont, Mittagskreis und alles, was zur unbeweglichen Himmelskugel gehört, mit jedem Augenblicke ändert.

Gröste Kreise durch diese Pole geführt, stehen auf der Ekliptik senkrecht, und heissen Breitenkreise, weil auf ihnen die Breite der Gestirne gemessen wird.

Das Vorrücken der Nachtgleichen verursacht eine scheinbare Bewegung der Gestirne, mit welcher jedes derselben von Abend gegen Morgen parallel mit der Ekliptik fortrückt. Die Kreise, welche durch diese Bewegung beschrieben werden, gehen um die Pole der Ekliptik und diese Pole selbst bleiben dabey unbewegt. Dagegen sind sie wegen der veränderlichen Schiefe der Ekliptik, die ihren Abstand von den Weltpolen ändert, einer kleinen Bewegung unterworfen.

Pole, magnetische, Poli magnetici, *Poles magnétiques, Poles de l'aimant.* Diejenigen Punkte oder Stellen eines Magnets, in welchen seine Anziehung gegen das Eisen oder andere Magnete am stärksten ist, und die sich, wenn der Magnet frey schwebt, nach Mitternacht und Mittag kehren, s. **Magnet, Polarität.** Man unterscheidet sie nach der Gegend, gegen die sie sich richten, mit den Namen des **Nord-** und **Südpols.**

Die Mittel, sie zu finden, mit Bemerkungen über ihre Anzahl, kommen beym Worte **Magnet** (oben S. 96.) vor. Wenn man den natürlichen Magnet durch eine Armatur verstärkt, so heissen die beyden hervorstehenden Füße derselben **künstliche Pole.**

Bey zween verschiedenen Magneten heissen die Pole, welche ungleiche Namen führen (der Nordpol des einen und der Südpol des andern) **freundschaftliche** oder **einige** (amici), die gleichnamigen **feindliche** oder **uneinige Pole** (inimici), weil sich jene anziehen, diese abstoßen. Dies hat auf den Begrif von entgegengesetzten Magnetismen geleitet, und diesem Begriffe gemäß bezeichnet man sehr be-

quem den Magnetismus eines Nordpols mit $+M$, den eines Südpols mit $-M$, s. Magnet.

Unstreitig ist der Magnetismus durch alle Theile des Magnets verbreitet, und nicht ausschließend den Polen eigen. Die Pole sind nur diejenigen Punkte der Oberfläche, welche in der mittlern Richtung liegen, die aus der Zusammensetzung der Anziehungen oder Abstoßungen aller Theile resultirt: also **Mittelpunkte der Anziehung**, s. **Mittelpunkt**. Man kan annehmen, es sey der ganze Magnetismus daselbst beysammen. Jeder Pol hat nun eine gewisse Stärke seines M, und seinen bestimmten Wirkungskreis, innerhalb dessen er in jedem eines Magnetismus fähigen Körper das dem seinigen entgegengesetzte M hervorzubringen strebt. Hierauf beruht die Erklärung der meisten Phänomene und die Verfertigung der künstlichen Magnete, wobey an der Stelle, die zuletzt im Wirkungskreise eines $+M$ gewesen ist, der Pol $-M$ entsteht.

Alle magnetische Erscheinungen weisen darauf hin, daß die Erdkugel selbst ein Magnet sey. Daraus läßt sich die Polarität, die Abweichung und die Neigung der Magnetnadel sehr ungezwungen erklären, und die sogenannte Erregung des ursprünglichen Magnetismus giebt einen directen Beweiß davon, der den Satz fast zur Gewißheit bringt. Also muß es auch **magnetische Pole der Erdkugel** geben. Bey diesen aber muß man die Zeichen + und — umkehren. Wenn nemlich die Nordpole der Nadeln $+M$ haben, und sich darum nach Mitternacht wenden, weil sie vom nördlichen Pole der Erde angezogen werden, so muß dieser Nordpol der Erde ein $-M$ besitzen, indem nur entgegengesetzte M sich anziehen können. Und aus eben dem Grunde muß man dem Südpole der Erde ein $+M$ beylegen.

Allem Ansehen nach verändern diese magnetischen Pole der Erde ihre Stellen. Man hat aber bis jetzt noch wenig Gewißheit über ihre gegenwärtige Lage und Bewegung erhalten können. **Halley** nahm vier Pole, zween feste in der äussern Rinde, und zween in dem beweglichen innern Kerne der Erde an; auch **Muſſchenbroek** folgerte aus des

P. Noel Beobachtungen der Neigung, daß es mehr, als zween Pole gebe; aber der jüngere Euler zeigt, daß sich alle zuverläßige Erscheinungen aus zween beweglichen Polen erklären lassen. Man findet umständlichere Belehrungen hierüber bey den Worten **Abweichung** und **Neigung der Magnetnadel.**

Polemoskop, Polemoscopium, *Polemoscope.* Diesen Namen gab Hevel (Selenographiae prolegom. p. 24. sqq.) einem von ihm im Jahre 1637 erfundnen optischen Werkzeuge, wodurch man Gegenstände betrachten kan, die dem bloßen Auge durch einen undurchsichtigen Körper verdeckt werden. Der Gedanke, es könne im Kriege nützlich seyn, um ohne Gefahr über Mauern und Wälle zu sehen, gab ihm Anlaß zu der Benennung, welche buchstäblich ein Kriegsperspectiv bedeutet.

Man sieht bald, daß es auf Spiegel ankömmt, wie man dergleichen in den Fenster-Nischen anbringt, um die Vorübergehenden zu betrachten, ohne von ihnen wieder gesehen zu werden, wozu **Dechales, Zahn** u. a. allerley Anschläge geben.

Hevels Einrichtung besteht aus Röhren, die sich in einander verschieben lassen, wie BF, Taf. XIX. Fig. 88. Am obern Ende B ist das Knie BA rechtwinklicht angesetzt und bey A offen. Am untern Ende F ist seitwärts ein kürzeres Knie H angebracht, und mit einem Hohlglase versehen, woran das Auge gehalten wird. Mitten im Rohre bey E ist ein erhabnes Objectivglas, das sich verschieben läßt, wenn man den obern Theil des Rohrs weiter herauszieht oder zurückschiebt. In den Winkeln der Kniee sind die Planspiegel CD und GF unter Winkeln von 45° angebracht. Wird nun die Oefnung A über eine Wand, hinter der das Auge O steht, hinaus gehalten, so fallen die Stralen von den äussern Gegenständen auf den Spiegel CD, werden von selbigem dem Spiegel GF, und von diesem dem Auge bey H zugesandt, welches den Stral, der von I in der Axe des Rohrs einfällt, nach den Gesetzen der Reflexion in der Richtung KO erhält, und wenn keine Linsengläser da wären, die

Gegenstände so sehen müste, als ob es sich in A befände, weil bloße Planspiegel die Gestalt und Lage der Bilder nicht ändern. Kommen nun noch die Gläser bey E und H hinzu, die ein galileisches Fernrohr bilden, so ändern die Planspiegel nichts in der Entfernung und Größe des von E gemachten Bildes; das Auge sieht also, wenn die Gläser gehörig gestellt sind, auch entfernte Gegenstände deutlich, aufrecht und vergrößert.

Wenn man die Unbequemlichkeit nicht scheuet, von unten hinauf zu sehen, und alles in der Höhe schwebend zu erblicken, so kan der Spiegel GF wegbleiben, und das Augenglas bey F eingesetzt werden. Dann ist das Ganze ein gewöhnliches galileisches Fernrohr, auf den Spiegel CD gerichtet, in welchem man die Gegenstände betrachtet, die nach I hinaus liegen, und sich in CD spiegeln.

Hertel (Vollständige Anweisung zum Glasschleifen und Verfert. der optischen Maschinen, Halle, 1716. 8. Th. II. C. 4. §. 9.) beschreibt die Verfertigung solcher Werkzeuge sehr vollständig, und schlägt vor, statt des hohlen Augenglases, welches das Gesichtsfeld sehr verkleinert, drey erhabne zu nehmen, d. i. ein Erdfernrohr zu machen. Leutmann (Anmerkungen von Glasschleifen, Wittenb. 1719. 8. §. 101 u. f.) zieht die Art vor, da das Objectivglas nicht in E, sondern gleich bey A selbst steht, und die Stralen zuerst auffängt, ehe sie an den Spiegel kommen. Die Wirkung ist ganz einerley, und die Abänderung kan nur dazu dienen, den Spiegel vor der freyen Luft zu schützen, und also besser zu schonen. Smith handlet im Lehrbegrif der Optik (im englischen Original) ebenfalls von diesen Werkzeugen, und beschreibt zwey Arten, welche beyde hohle Augengläser haben; wobey er erinnert, das Instrument dürfe nicht allzulang seyn, weil es sonst ein so kleines Gesichtsfeld bekomme, daß man die Gegenstände schwerlich finden könne.

Wenn dieses Werkzeug im Kriege nicht oft gebraucht wird, so kömmt es desto häufiger, in einer friedlichern Absicht, als Operngucker vor. Es wird nemlich in einem kurzen holländischen Taschenperspective die Röhre etwas über

das Objectivglas hinaus verlängert, und an einer Seite ausgeschnitten. Der ausgeschnittnen Oefnung gegenüber steht ein Spiegel, wie CD in der Figur, gegen die Axe des Rohrs um 45° geneigt, so daß sein Mittelpunkt den Stral, der durch die Mitte der Oefnung einfällt, in der Axe des Rohrs fortsendet. Es kan auch das Objectivglas seitwärts in der Oefnung stehen, und die Stralen dem Spiegel zusenden. Wer sich dieses Guckers bedient, sieht nicht den Gegenstand, worauf das Rohr gerichtet scheint, sondern den, nach welchem er die ausgeschnittne Seitenöfnung hinwendet. Man kan sich dadurch nach allen Seiten, auch ober- und unterwärts, umsehen, ohne daß die Zuschauer gewahr werden, was man betrachte.

Smith's Lehrbegrif der Optik durch Kästner in der Anm. bey Th. III. Cap. 13.

Polhöhe, Elevatio poli, *Arc d'élevation du pole.* Polhöhe eines Orts auf der Erde heißt der Bogen, um welchen der an diesem Orte sichtbare Weltpol über den Horizont erhaben ist. Es ist ein Bogen des Mittagskreises, weil sich senkrecht auf den Horizont kein anderer Kreis durch den Pol führen läst, als der Mittagskreis. Wenn Taf. XIX. Fig. 89. HOR den Horizont des Orts, P, p beyde Pole, ZPRQpHAZ den Mittagskreis vorstellt, so ist der Bogen PR die Polhöhe. Dieser Bogen mißt nach den Sätzen der Sphärik den Winkel, um welchen die Weltaxe Pp gegen die Horizontalebne des Orts HOR geneigt ist. Die Polhöhe PR macht mit der Aequatorhöhe AH 90° aus, oder ist das Complement der leztern zu 90°, s. Aequatorhöhe.

Da die geographische Breite eines Orts der Polhöhe desselben gleich ist, s. Breite, geographische, so sind die Bestimmungen der Polhöhen für die Astronomie und Geographie sehr wichtig, und es ist eine der ersten und unentbehrlichsten Arbeiten eines Astronomen, die Polhöhe seines Beobachtungsorts genau zu finden. Man hat hiezu mehrere Methoden, von denen ich nur zwey anführen will.

Man wähle einen von den Sternen, welche dem Pole nahe stehen, und nicht untergehen. Ein solcher Stern beschreibt um den Pol P einen kleinen Tagkreis, wie ST in der Figur, und geht dabey täglich zweymal durch den Mittagskreis ZPR, einmal über dem Pole bey S, das anderemal unter demselben bey T. In den langen Winternächten kan man den Stern so wählen, daß beyde Durchgänge in einer Nacht, einer Abends, der andere gegen Morgen, beobachtet, und die Höhen des Sterns SR und TR dabey gemessen werden können. Diese Höhen muß man zuerst wegen der Wirkung der Refraction berichtigen, s. Stralenbrechung, astronomische. Alsdann giebt ihr Unterschied den Bogen ST, und dieses Bogens Helfte PT zur kleinsten Höhe TR addirt, giebt die Polhöhe PR.

Ex. Für die Polhöhe von Petersburg fand de l'Isle (Comm. Acad. Petrop. To. II. p. 503.) 1728 des Polarsterns

größte Höhe =	62°	5′	35″		kleinste Höhe =	57°	48′	0″
Refract. =			31		Refract. =			37
ST =	62	5	4		TR =	57	47	23
TR =	57	47	23					
ST =	4	17	41					
2)								
PT =	2	8	50,5					
PT + TR =	59	56	13,5	= Polhöhe von Petersburg.				

Eine andere Methode ist folgende. Man beobachte die Mittagshöhe eines Gestirns, dessen Abweichung schon anderswoher bekannt ist. Diese Abweichung von der Mittagshöhe abgezogen, läst die Aequatorhöhe, und diese von 90° abgezogen, die Polhöhe übrig. Südliche Abweichungen sind, wenn man die Höhe des Nordpols sucht, als negative zu betrachten, so daß man sie zur Mittagshöhe hinzusetzen muß, um die Aequatorhöhe zu finden.

Ex. Der Ritter Marinoni (Descriptio speculae domesticae et organici apparatus astron. Vindob. 1745. fol.) fand am 1 Jänner 1745 zu Wien des Aldebarans oder Stierauges

Mittagshöhe	=	57°	45′	0″
Refract.	=			43,2
		57	44	16,8
Abweichung	=	15	58	26,6
Aequatorhöhe	=	41	45	50,2
90°	=	89	59	60
Polhöhe von Wien	=	48	14	9,8

Unvermeidliche kleine Fehler machen, daß man nicht mit einer Beobachtung zufrieden seyn darf, sondern aus mehrern, die allemal verschieden ausfallen, das Mittel nehmen muß. So wird die Polhöhe von Petersburg in den besten Verzeichnißen nur 59° 56′, die von Wien vom P. Hell nur 48° 12′ 32″ angegeben. Die Polhöhe oder Breite von Leipzig setzt Heinsius (Nov. Comm. Acad. Petrop. To. I. p. 477.) auf 51° 22′ 15″; er hat sie aber nachher selbst nur 51° 19′ 41″ angenommen. Herr von Zach (Bode Jahrb. für 1791) fand sie mit einem 6zolligen Spiegelsextanten 51° 20′ 56″.

Auf der See ist die Bestimmung der Polhöhe dem Schiffer, um seinen Ort zu wissen, ganz unentbehrlich. Sie hat hier wegen der Schwankung des Schifs und der Unbestimmtheit der Mittagsfläche mehr Schwierigkeit, als auf dem festen Lande; doch ist sie ungleich leichter, als die Erfindung der geographischen Länge. Man bedient sich dazu des hadleyischen Spiegeloctanten, der ein so vortrefliches Hülfsmittel giebt, Distanzen der Gestirne zur See zu messen. Mit diesem Instrumente mißt man den Abstand eines Gestirns vom Scheitel, wenn es nach der Gegend steht, wo dem Compasse zufolge der Mittagskreis befindlich ist. Um diese Gegend ändert das Gestirn seinen Abstand vom Scheitel sehr langsam. Man findet also durch einige bald nach einander gemachte Beobachtungen leicht den kleinsten Abstand, den es gehabt hat, und den ich = A setzen will. Dieser gehört seiner grösten Höhe, oder der Mittagshöhe zu, welche also = 90° − A ist. Aus den Schifferkalendern, worinn sich allemal Fixsternverzeichniße finden, weiß man die Abweichung des Gestirns = D. Diese von der Höhe abgezogen, läßt die Aequatorhöhe (90° − A

— D), und diese von 90° abgezogen läſt die Polhöhe übrig, welche daher = A + D iſt.

In der nördlichen Helfte der Erdkugel oder dieſſeits des Aequators ſind die Abſtände vom Scheitel mittagwärts gerechnet und die nördlichen Abweichungen für poſitiv: hingegen die mitternachtwärts gerechneten Abſtände und die ſüdlichen Abweichungen für negativ anzunehmen. In der ſüdlichen Helfte iſt der Fall gerade umgekehrt.

Ex. Ein Seefahrer beobachtete jenſeits des Aequators 1775 den Abſtand des Sirius vom Zenith mitternachtwärts 34° 17′, wozu wegen der Refraction, welche die Abſtände vom Zenith verkleinert, noch 48 Sec. oder 0′, 8 hinzuzuſetzen ſind. Die Ephemeriden gaben ihm für dieſes Jahr die ſüdliche Abweichung des Sterns 16° 24, 6. Beydes iſt hier poſitiv zu nehmen.

Alſo A = 34° 17′,8
D = 16 24,6

A + D = 50 42,4 ſüdliche Breite des Schifs.

Wird die Sonne zu dieſer Beobachtung gewählt, ſo muß der Abſtand ihres obern oder untern Randes gemeſſen, und ihr aus den Ephemeriden bekannter Halbmeſſer dazu addirt oder abgezogen werden. Es muß auch die Länge des Schifs beyläufig bekannt ſeyn, damit man die Zeit deſſelben wiſſen, und die Abweichung der Sonne, die ſich alle Augenblicke ändert, für den Zeitpunkt der Beobachtung finden könne.

Erlaubt der trübe Himmel nicht, die Geſtirne genau in der Gegend des Meridians zu beobachten, ſo hat der Schiffer auch Methoden, den kleinſten Abſtand eines Sterns vom Zenith zu berechnen, wenn er nur vermögend geweſen iſt, drey Abſtände kurz vor oder nach der Culmination zu meſſen, und die Zwiſchenzeiten zwiſchen denſelben nach einer gleichförmig gehenden Uhr zu beſtimmen. Dieſe Mittel ſind in den meiſten Fällen hinreichend, die geographiſche Breite des Schifs, ſo weit es nöthig iſt, zu beſtimmen.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie, 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 64 u. f.

Bode Kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde, zweyter Theil, §. 676 u. f.

Polyeder, Rautenglas, Polyedrum f. Polyhedron, *Polyhedre, Polyscope.* So nennt man ein Glas, das auf einer Seite eben, auf der andern aber vieleckigt, oder mit mehrern gegen einander geneigten Facetten, geschliffen ist. Taf. XIX. Fig. 90. stellt den Durchschnitt eines solchen Glases CD vor. Gewöhnlich werden die Facetten rautenförmig gebildet.

Da eine jede dieser verschiedentlich geneigten Vorderflächen Stralen von dem Gegenstande A auffängt, und diese nach einer doppelten Brechung durch die Vorder- und Hinterfläche wieder mit der Axe des Polyeders vereiniget werden, so sieht ein in dieser Axe befindliches Auge den Gegenstand A durch jede dieser Flächen besonders, und erblickt daher, wenn es in der gehörigen Entfernung steht, so viel Bilder des Gegenstands, als Flächen sind. Größe und Gestalt der Objecte werden dadurch nicht sehr geändert, weil verschiedene Lichtstralen ihre Winkel mit einander bey Brechungen durch ebne Flächen nur wenig ändern, wenn die Winkel nicht groß sind. So besteht die ganze Wirkung eines solchen Glases in einer Vervielfältigung der Gegenstände. Man kan auch durch dasselbe die Bilder im verfinsterten Zimmer vervielfältigen.

Man macht von diesen Polyedern noch einen andern Gebrauch bey den dioptrischen Anamorphosen, s. Anamorphosen, welcher darauf beruht, daß das Auge, wenn es von dem Glase etwas weiter, als gewöhnlich, entfernt wird, durch jede Vorderfläche nur einen bestimmten Theil eines vor dem Glase stehenden Gemäldes zu sehen bekömmt. Auf diesen Theilen, die man insgemein durch Proben bestimmt, werden Dinge vorgestellt, die durch andere Theile des Gemäldes getrennt sind, aber durchs Polyeder betrachtet, nach der Ordnung seiner Vorderflächen dicht an einander schließen. So sieht man durchs Glas etwas ganz anders, als was das Gemälde dem bloßen Auge darstellt, und kan dies zu allerley Spielwerken anwenden. Leutmann (Comm.

Acad. Petrop. To. IV. p. 194. ingl. in s. Anm. vom Glasschleifen) hat die Regeln dazu in bessere Richtigkeit gebracht.

Polyopter, Polyoptron, *Polyoptre*. Man giebt diesen Namen einem auf beyden Seiten ebnen Glase, in welchem auf der einen Seite einge Hölungen ausgeschliffen sind, deren Flächen Stücken einer hohlen Kugelfläche vorstellen. Jede dieser Hölungen bildet mit dem ihr correspondirenden Theile der andern ebnen Seite des Glases eine planconcave Linse, durch welche sich die Gegenstände deutlich und verkleinert zeigen. Man sieht also durch ein solches Glas die Gegenstände soviel mal, als eingeschliffene Hölungen vorhanden sind, aber sehr verkleinert, wenn die Hölungen zu Kugeln von kleinem Durchmesser gehören. Man kan solche Gläser als Objective in Röhren fassen, und mit einem Augenglase verbunden als vervielfältigende Fernröhre gebrauchen.

Polyspast, s. Flaschenzug.

Poren, s. Zwischenräume der Körper.

Porös, Porosum, *Poreux*. Dieses Beywort kan man überhaupt jedem Körper geben, welcher leere Zwischenräume oder Poren hat, d. h. den Raum, in welchem er enthalten ist, nicht vollkommen und in allen Punkten mit undurchdringlicher Materie ausfüllt. Da uns nun kein Körper ohne Zwischenräume bekannt ist, s. Zwischenräume der Körper, so sind in diesem Sinne des Worts alle Körper porös.

Man legt aber insgemein dieses Beywort vorzugsweise nur denjenigen Körpern bey, welche viele und große Zwischenräume haben, die man mit dem Auge wahrnehmen, wenigstens mit bewafnetem Auge entdecken kan. In dieser Bedeutung heißt das Wort soviel, als sehr porös. Eine solche poröse Structur findet man an sehr vielen festen Körpern, besonders im Thier- und Pflanzenreiche, wo der organische Bau viel Gefäße erfordert, deren Hölungen nach der Austrocknung sichtbare Zwischenräume leer lassen. Dies ist der Fall bey den Blättern der Pflanzen, den Schwämmen,

dem Holze, den Häuten der Thiere, über deren Zwischenräume Malpighi, Leeuwenhoek, und andere mikroskopische Beobachter so viel merkwürdige Entdeckungen gemacht haben.

Diese sichtbaren Zwischenräume zeigen allemal eine sehr ungleichförmige Dichtigkeit des Körpers an, dessen Materie an manchen Stellen nahe beysammen, an andern durch diese großen Intervalle getrennt ist. Körper, die entweder von Natur eine gleichförmigere Dichtigkeit besitzen, oder eine solche durch Schmelzung und andere Bearbeitung erhalten haben, sind in diesem Sinne des Worts nicht porös. Beyspiele hievon geben alle Körper im Zustande der Flüßigkeit. Geschmolzene Metalle, Wasser und Luftarten zeigen keine sichtbaren Zwischenräume, so sehr sie sich auch an Dichte von einander unterscheiden. Man würde aber sehr irren, wenn man hieraus auf einen gänzlichen Mangel aller Poren oder auf eine **vollkommne Dichtigkeit** des Körpers schließen wollte. Es folgt aus dem Phänomen nichts weiter, als daß solche Körper eine sehr **gleichförmige Dichte** haben, oder daß die Theile ihrer Materie ziemlich gleich weit von einander entfernt sind. Dies scheint ein Umstand zu seyn, der den flüßigen Zustand jederzeit begleitet, und meistentheils auch zurückbleibt, wenn gleich der Körper wieder fest wird, daher die meisten Producte der Schmelzungen z. B. die Metalle, das Glas, wenig porös sind. Inzwischen ist dieser Satz bey weitem noch nicht für eine allgemeine Regel zu halten, da selbst die Metalle in dünnen Blättern sehr deutlich sichtbare Zwischenräume zeigen.

Porosität, Porositas, *Porosité*. Die Eigenschaft der Körper, porös zu seyn, oder Zwischenräume zu haben, die von ihrer undurchdringlichen Materie leer sind. Bisweilen auch der Grad, bis zu welchem die Menge der leeren Zwischenräume eines Körpers in Vergleichung mit andern ansteigt.

Nennt man jeden Körper porös, in dem es Zwischenräume giebt, so ist die Porosität eine Eigenschaft aller bekannten Körper, unter denen sich kein vollkommen dichter

findet. Heißt aber nur das porös, was merkliche und sichtbare Zwischenräume hat, so kömmt die Eigenschaft nur gewissen im Zustande der Festigkeit befindlichen Körpern zu, und wird durch die Schmelzung oder andere Versetzungen in den flüßigen Zustand, z. B. durch Auflösung, aufgehoben, s. **Porös**.

Nimmt man endlich Porosität für die Menge der Zwischenräume, oder für die Summe des in dem Volumen eines Körpers befindlichen leeren Raums an, so resultirt daraus ein blos relativer Begrif. Denn **absolute** Mengen des leeren Raums in den Körpern anzugeben, ist eben so unmöglich, als die absolute Größe ihrer Masse zu bestimmen, s. Masse. Man kan aber selbst diesen relativen Begrif, oder die Vergleichung der Porositäten zweyer Körper, zu keiner richtigen mathematischen Bestimmung bringen. Daß ein Cubikzoll Gold 19mal mehr Masse habe, als ein Cubikzoll Wasser, kan man mit ziemlicher Sicherheit behaupten; aber daraus folgt noch nicht, daß die Porosität des Wassers 19mal größer, als die des Goldes sey, ob es gleich physikalische Lehrbücher giebt, in welchen dieser unrichtige Schluß vorkömmt.

Vorausgesetzt, daß uns ein **vollkommen dichter** Körper bekannt wäre, dessen Masse in dem Volumen eines Cubikzolls das Gewicht P hätte, so würde ein anderer Körper, der unter eben diesem Volumen nur = p wöge, so viel leeren Raum haben, als die Masse vom Gewicht P — p, vollkommen dicht zusammengepreßt, Raum einnimmt. Ein dritter Körper, von dem ein Cubikzoll nur = π wöge, hätte soviel leeren Raum, als die vollkommen dichte Masse vom Gewicht P — π einnimmt, u. s. w. Man setze nun für p und π die Gewichte von Gold und Wasser, oder 19 und 1 (das Gewicht von 1 Cubikzoll Wasser zur Einheit angenommen) so verhalten sich die Porositäten dieser Materien, wie P — 19 : P — 1. Dies wäre das richtige Verhältniß der Porosität, wenn darunter die Summe des leeren Raums verstanden wird. Da aber die Voraussetzung nicht statt findet, und also P unbekannt bleibt, so kan man Verhältniße der Porositäten gar nicht bestimmen. Man muß sich

begnügen zu wissen, daß das Gold weniger Zwischenräume, als das Wasser, leer lasse, ohne an ein geometrisches Verhältniß ihrer Summen zu gedenken.

Mehr hievon wird man bey dem Worte **Zwischenräume der Körper** antreffen.

Positive Elektricität, s. **Elektricität**, unter dem Abschnitte: **Entgegengesetzte Elektricitäten.**

Potenzen, mechanische, einfache Rüstzeuge, einfache Maschinen, Potentiae mechanicae, Machinae simplices, *Puissances mechaniques ou Machines simples.* Mit diesem Namen werden in der Statik und Mechanik fünf schon von **Pappus** (Collect. mathem. L. VIII.) erwähnte Maschinen (*δυναμεις*) belegt, aus deren Verbindung die übrigen zusammengesetzten Maschinen entstehen. Sie sind der Hebel, die Radwelle, die Scheibe, die Schraube und der Keil. Die Betrachtung ihrer Gründe ist auch dem Physiker nothwendig; daher ich von jeder derselben in einem besondern Artikel gehandlet habe. Sie lassen sich sämtlich auf die Theorie des Hebels bringen; bequemer aber werden Schraube und Keil aus der Lehre von der **schiefen Ebne** erklärt, welche auch einige Schriftsteller als eine sechste Potenz den vorigen beygefügt haben.

Varignon setzte zu den fünf Potenzen des Pappus noch seine **Funicular- oder Seilmaschine**, welche in ihrer einfachsten Gestalt aus zween Seilen besteht, an welchen Kräfte in schiefen Richtungen eine Last, die nach einer dritten Richtung widersteht, halten oder heben. Man sieht leicht, daß die Theorie hievon unmittelbar auf dem Gesetze des Gleichgewichts dreyer Kräfte beruht, s. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 503.). Varignon nahm dieses Gesetz zum ersten Grundsatze der Statik an, und hielt daher diese Maschine für die simpelste unter allen. Man kan in der That über solche an Fäden ziehende Gewichte sehr schöne Untersuchungen anstellen, dergleichen man bey **Newton** (Arithmetica universalis, Lugd. Bat. 1732. 4. Probl. Geometr. 48. 49.) findet, und der praktische Gebrauch kömmt vor, so oft Kräfte in schiefen Richtungen an den Maschinen

wirken. Inzwischen ist es der guten Methode gemäßer, dies alles aus der Theorie des Hebels herzuleiten, ohne welche doch Varignons (oder eigentlich Stevins) Grundsatz nicht scharf erwiesen werden kan.

Der Physiker begnügt sich, bey diesen Potenzen die Theorie des Gleichgewichts an ihnen zu lehren, und allenfalls durch angestellte Versuche sinnlich zu machen. Dazu dienen nun kleine Modelle von Hebeln, Radwellen, Flaschenzügen u. s. w., an denen man ungleiche Gewichte ins Gleichgewicht setzen, oder mit wenig Kraft eine größere Last überwältigen kan. Schickliche Geräthschaften hiezu findet man bey s'Gravesande, Desaguliers, Musschenbroek, Nollet u. a. beschrieben. Wenn die Modelle aller fünf oder sechs Potenzen (die schiefe Ebne mit gerechnet) entweder in einer aus allen zusammengesetzten Maschine, oder wenigstens in einem einzigen Stücke des Apparats vereiniget sind, so heißt dieses eine Potenzenmaschine.

Präcipitation, s. Niederschlag.

Presbyt, s. Auge.

Prisma, gläsernes, Prisma vitreum, *Prisme de verre, Verre prismatique.* Bey den Versuchen über das Licht und die Farben gebraucht man sehr oft einen dreyseitig prismatischen Körper von einer durchsichtigen Materie, am gewöhnlichsten von Glas, dergleichen Taf. XIX. Fig. 91. bey D vorstellet. Fast allezeit werden dazu senkrechte Prismen gewählt, die also von zwey gleichen Dreyecken, als Grundflächen, und von drey Rechtecken, als Seitenflächen, begrenzt sind. Die Seitenflächen müssen, so viel möglich, eben geschliffen und wohl polirt seyn.

Es ist nicht so leicht, gute Prismen von recht reinem Glase und vollkommen ebnen Seiten zu erhalten. Um an einem guten Prisma die Seitenflächen zu schonen, muß man es nicht auf Tischen herumlegen, sondern freyschwebend in ein Gestell bringen, wie die Figur nach Nollet abbildet. Es werden nemlich an die dreyeckigten Grundflächen messingne Hauben, und an diese nach der Richtung der

durch den Schwerpunkt gehenden Axe die Zapfen E E angebracht, welche in den auf dem hölzernen Träger A B aufstehenden Stützen liegen. An diesen Zapfen kan man das Prisma D um seine Axe wenden. Der Träger hat einen mit dem Charniere H versehenen Stiel, der in einem hohlen Fuße erhöht oder erniedriget, und durch die Stellschraube G befestiget werden kan. So kan man das Prisma nach Gefallen höher oder niedriger stellen, auch vermittelst des Charniers H in eine gegen den Horizont schiefe Lage bringen.

Hat man ein Prisma von Wasser oder von einem andern durchsichtigen Liquor nöthig, so werden zwo ebne dünne Glasplatten unter einem schiefen Winkel an einander gekütet, und die Winkel, die sie an ihren Enden offen lassen, mit dreyeckigten messingnen Platten, statt der Grundflächen, verschlossen. So entsteht ein ofnes prismatisches Gefäß, das bey unterwärts gekehrter Schneide mit dem verlangten Liquor gefüllt werden kan.

Sonst braucht man die Glasprismen auch ohne Gestell, wobey die messingnen Hauben an den Grundflächen wegbleiben, und statt ihrer bisweilen Glasknöpfe angeschmolzen werden, bey denen man das Prisma mit den Händen frey in der Luft halten und um seine Axe wenden kan. Man hat auch Prismen aus Bergkrystall, buntem Glase, Eis u. dgl. gemacht.

Daß solche Prismen, und überhaupt alle eckigte Stücken Glas das durchgehende Licht färben, ist eine sehr alte Beobachtung, die schon **Seneka** (Quaest. nat. L. I. c. 7.) anführt, und zur Erläuterung der Farben des Regenbogens gebraucht. **Priestley** (Geschichte der Optik durch **Klügel**, S. 132.) führt aus **Kirchers** China illustrata eine Erzählung des P. **Trigaut** an, daß diese färbende Eigenschaft den Prismen in den Morgenländern einen großen Werth verschaffe, weil man sie als eine Kostbarkeit betrachte, die nur für die Schätze der Großen gehöre, und ein einziges Stück mit 500 Goldstücken bezahlt worden sey. Die ganze Stelle des **Trigaut** steht auch beym **Zahn** (Oculus artificalis, ed. 2da Norib. 1702. fol. p. 498.).

Die optischen Schriftsteller aus der ersten Helfte des siebzehnten Jahrhunderts erwähnen diese färbende Eigenschaft des Prisma häufig, und Descartes (Meteor. c. 8.) gebraucht sie auch zu Erklärung der Farben des Regenbogens. Er bedeckte eine Seitenfläche des Prisma mit einem dunkeln Körper, in dem er ein Loch ließ, und fieng die Sonnenstralen mit der andern Seitenfläche senkrecht auf. Die durchgehenden Stralen zeigten auf einem weissen Papiere alle Regenbogenfarben, die rothe unten, die violette oben. Hieraus folgert er richtig, daß zur Entstehung der Farben des Regenbogens weder die sphärische Figur des durchsichtigen Körpers, noch eine Zurückwerfung, noch eine doppelte Brechung nothwendig sey. Er erfordert blos eine einfache Brechung, und einen Schatten oder eine Einschränkung des Lichts, weil alle Farben verschwinden, wenn man den dunkeln Körper mit dem Loche wegnimmt, und die Seitenfläche ganz offen läßt. Anstatt aber die Beobachtung genauer zu untersuchen, wendet er sich sogleich zur Erklärung der Ursachen der Farben, s. Farben, Regenbogen.

Das Prisma und das dadurch entstehende Farbenbild war also längst vor Newton bekannt. Traber, Zahn u. a., die noch nichts von Newtons Entdeckungen haben, lehren die Verfertigung der Prismen, und die Kunststücke mit denselben in eignen Capiteln. Grimaldi war der erste, der die längliche Gestalt dieses Farbenbilds in Erwägung zog, und daraus vermuthete, daß bey der Brechung die beyden Seiten des Lichtstrals auseinander gezogen würden, s. Farbenbild, prismatisches.

Seit dem Jahre 1666 aber ward das Prisma unter den Händen Newtons ein Werkzeug von äusserster Wichtigkeit. Man findet seine merkwürdigen Entdeckungen über die verschiedne Brechbarkeit des Lichts, und die Versuche mit dem Prisma, worauf sie sich gründen, bey den Worten Brechbarkeit, Farben, Farbenbild. Da es unnöthig ist, dies alles zu wiederholen, so habe ich hier nur noch eine kurze Theorie der Brechung durchs Prisma mittheilen wollen.

Newtons Versuche lehren, daß das weisse Licht aus einer Menge Farbenstralen von ungleicher Brechbarkeit bestehe. Wenn also ein zusammengesetzter Lichtstral durch ein durchsichtiges Mittel geht, und in der Vorderfläche desselben gebrochen wird, so nehmen alle seine Farbenstralen verschiedene Richtungen, und werden dadurch von einander gesondert. In diesem Zustande gelangen sie an die Hinterfläche des durchsichtigen Mittels, und es kömmt nun darauf an, ob diese der Vorderfläche parallel ist, oder nicht. Im ersten Falle wird jeder Stral, den Gesetzen der Brechung gemäß, beym Ausgange aus dem durchsichtigen Mittel eben die Richtung wieder erhalten, die er vor dem Eintritte in dasselbe hatte. Mithin werden alle gesonderte Farbenstralen wieder miteinander parallel, weil sie vor dem Durchgange zu einerley Lichtstrale gehörten, also einerley Richtung hatten. Weil nun bey unsern Erfahrungen kein Lichtstral eine mathematische Linie darstellet, sondern immer einen Raum von einiger Breite einnimmt, mithin auf alle Punkte, wo Farbenstralen ausgehen, Licht von allen Farben fällt, das nach dem Ausgange einerley Richtung bekömmt, so coincidiren die Farbenstralen völlig mit einander, bilden wieder weisses Licht, und es entstehen keine Farben.

Ist aber die Hinterfläche der Vorderfläche nicht parallel, so hat jeder Stral nach dem Ausgange eine andere Richtung, als vor dem Eingange: die schon durch die erste Brechung gesonderten Farbenstralen bleiben also auch nach der zweyten gesondert, nehmen verschiedene Wege, und bilden da, wo sie auffallen, verschiedene Farben. Daher kömmt die farbenzerstreuende Eigenschaft aller Körper, deren brechende Flächen nicht gleichlaufend sind, z. B. der Prismen, und der Linsengläser an den vom Mittel entfernten Stellen.

Der Winkel, den die beyden brechenden Flächen eines solchen Körpers mit einander machen, heißt der **brechende Winkel** (angulus refringens). Man nimmt zu den Grundflächen der gewöhnlichen Prismen gleichseitige Dreyecke, wobey also dieser Winkel = 60° ist.

Taf. XIX. Fig. 92. sey ABC ein Durchschnitt des Prisma, auf seine Axe senkrecht. In diesem werde der Stral DE nach EF gebrochen, und fahre nach FG heraus. Das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas sey n : 1, der brechende Winkel BAC = A. Die punktirten Linien, welche bey H zusammenstoßen, sind die Einfallslothe an den Punkten E und F, wo der Stral durchgeht. Weil sie auf den Linien BA und CA senkrecht stehen, so machen sie mit einander einen eben so großen Winkel, als diese Linien selbst, oder es ist KHE = A. Die Winkel p, q, r, s sind die Einfalls- und Brechungswinkel des durchgehenden Strals. Auch ist KHE = q + r = A.

Nach dem Gesetze der Brechung ist für das Brechungsverhältniß n : 1

$$\text{I.)}\ \sin q = \frac{\sin p}{n}.\quad \text{II.)}\ r = A - q.\quad \text{III.)}\ \sin s = n.\sin r$$

Diese drey Formeln zeigen den Weg, aus n, p und A die Winkel q, r und s mittelst der trigonometrischen Tafeln zu berechnen. Zieht man sie in eine einzige zusammen, so erhält man

$$\text{IV.)}\ \sin s = \sin A \sqrt{(n^2 - \sin p^2)} - \cos A.\sin p.$$

Die Rechnung würde eben so ausfallen, wenn GF der einfallende, und ED der ausgehende Stral wäre. Daher ist auch

$$\text{V.)}\ \sin p = \sin A \sqrt{(n^2 - \sin s^2)} - \cos.\ A.\ \sin s.$$

Man sieht aus diesen Formeln sogleich, daß s wächst, wenn p abnimmt, weil der Sinus von p und sein Quadrat beyde abgezogen werden, wenn man den Sinus von s finden will. Da aber sin s nie größer, als 1, werden darf, weil sonst der Stral EF gar nicht gebrochen, sondern von AC zurückgeworfen wird, so darf auch p nicht kleiner werden, als erforderlich ist, um sin s = 1 zu geben. Für diese Grenze von p findet man aus V.)

$$\sin p = \sqrt{n^2 - 1}.\ \sin A - \cos A.$$

Von dieser Größe an kan p wachsen, bis zu 90°, oder bis der Stral DE nach der Richtung BE selbst einfällt, für welchen Fall die Formel IV.) s so groß giebt, als p an der

vorigen Grenze war. Hier kan keine Brechung mehr erfolgen, weil die Stralen beym Prisma vorbeygehen. Zwischen diesen Grenzen aber erhält man für jede Größe des Winkels p ein Bild nach G zu.

Es sey nun D E ein Sonnenstral im verfinsterten Zimmer, an den man das Prisma so bringt, daß p so klein ist, als es seyn darf, um an der Wand G ein Bild zu geben. In dieser Lage wird $s = 90°$, und das Bild zeigt sich, wiewohl sehr schwach, in der verlängerten Linie A C. Nun drehe man das Prisma um die Axe von A nach C zu, daß der Winkel p größer wird, so wird s kleiner, und das Bild bey G bewegt sich niederwärts. Fährt man fort zu drehen, so kömmt endlich die Seite A B in die Richtung des Strals D E selbst, und das Bild verschwindet wieder.

Der Winkel I, den der einfallende Stral mit dem ausgehenden macht, oder vielmehr dessen Nebenwinkel ist $= FEI + IFE = p - q + s - r = p + s - (q + r)$ oder $= p + s - A$. Weil nun beym Erscheinen des Bildes, p so groß ist, als s beym Verschwinden, und s beym Erscheinen so groß, als p beym Verschwinden, so ist der Winkel I beydemal von gleicher Größe. Und da der einfallende Stral D E oder D I immer der nemliche bleibt, so hat auch I G oder der ausgehende Stral beym Verschwinden eben die Richtung, wie beym Erscheinen, oder das Bild verschwindet an eben der Stelle der Wand, wo es anfieng sich zu zeigen.

Da es nun anfänglich von der ersten Stelle abwärts rückte, so muß es eine Grenze geben, wo es seinen niedrigsten Stand hat, und von der es wieder aufwärts rückt, um seinen vorigen Ort, wo es verschwinden soll, wieder zu erreichen. An dieser Stelle wird es zugleich am lebhaftesten scheinen, und durch das Fortdrehen des Prisma am wenigsten bewegt werden, weil es im Umkehren begriffen ist. Während der ganzen Umdrehung eines Prisma muß diese Erscheinung dreymal, nemlich wegen jeder Seite einmal, vorkommen.

Die Differentiirung der Formel IV.), welche hier beyzubringen zu weitläuftig wäre, zeigt, daß die niedrigste Stelle des Bilds da fällt, wo $p = s$ und $dp = ds$ ist.

Setzt man nun in I.) und III.) $p = s$, so findet man $r = q$, und aus II.) beyde $= \frac{1}{2} A$. Daher sind für diese Stelle die Sinus von p und von s beyde $= n. \sin \frac{1}{2} A$.

Ex. Es sey $n = \frac{3}{2}$, $A = 60°$, so ist $\sin A = \frac{1}{2}\sqrt{3}$, $\cos A = \frac{1}{2}$; also für die Stelle, wo das Bild zuerst erscheint,

$$\sin p = \sqrt{\tfrac{5}{4}} \cdot \tfrac{1}{2}\sqrt{3} - \tfrac{1}{2} = \tfrac{1}{4} \cdot \sqrt{15} - \tfrac{1}{2} = 0{,}4682456$$

wofür die Tafeln $p = 27° 55'$ geben. Dafür ist $s = 90°$, und das Bild noch kaum sichtbar. Dreht man aber nun das Prisma um seine Axe nach der Richtung BAC, so rückt es niedriger, und wird lebhafter. Dabey wird p größer und s kleiner. Endlich erreicht man die Stelle, wo

$$\sin p = n. \sin \tfrac{1}{2} A = \tfrac{3}{2} \cdot \tfrac{1}{2} = 0{,}7500000$$

oder, wo $p = 48° 35' 25''$. Hier ist auch $s = 48° 35' 25''$; r und $q = 30°$; das Bild steht am niedrigsten, und ist am lebhaftesten. Fährt man fort mit Drehen, so kömmt endlich EB in die Richtung DE selbst, wobey $s = 27° 55'$ wird, und das Bild wieder verschwindet.

Newton hat bey seinen Versuchen mit dem Farbenbilde die Stellung des Prisma gewählt, wo das Bild den niedrigsten Stand hat. Sie ist leicht zu finden, weil man nur das Prisma ein wenig drehen, und den Gang des Bildes bemerken darf. An dieser Stelle machen auch Stralen, die gegen DE auf beyden Seiten um gleiche kleine Winkel geneigt sind, beym Ausfahren noch ziemlich eben den Winkel, wie beym Auffallen. Dies zeigt die Berechnung, wenn man im vorigen Exempel p um $15' 35''$ größer und kleiner setzt. Die dafür berechneten Werthe von s sind $48° 19' 54''$ und $48° 51' 4''$, und unterscheiden sich auch um $31' 10''$, wie die Werthe von p selbst. Daher müssen Stralen, die von entgegengesetzten Punkten der Sonnenscheibe kommen, den Winkel $31' 10''$ beym Ausfallen, wie beym Einfallen, mit einander machen, und das senkrecht aufgefangene Sonnenbild müste durchs Prisma cirkelrund bleiben, wenn n für alle Stralen gleich groß wäre. Die sehr längliche Gestalt dieses Bildes leitete daher Newton auf den Schluß, daß n für die verschiedenen Farben des Lichts verschieden sey, s. Farbenbild.

Wenn oh im wagrechten Fußboden des Zimmers liegt, so ist der Winkel h die Sonnenhöhe, und o kan aus der Höhe GL, der Höhe und dem Abstande des Prisma gefunden werden. Der Nebenwinkel von I ist als äusserer im Dreyeck Ioh = o + h, mithin

$$p + s - A = h + o.$$

Hat das Bild die niedrigste Stelle, oder ist p = s, so hat man

$$2p - A = h + o,$$

$$\text{auch } \sin p = \sin \tfrac{1}{2}(h + o + A) = n. \sin \tfrac{1}{2} A$$

$$\text{und } n = \frac{\sin \tfrac{1}{2}(h + o + A)}{\sin \tfrac{1}{2} A}$$

welches eine schöne Methode giebt, das Brechungsverhältniß zu bestimmen.

In Newtons Prisma war der Winkel $A = 62° 30'$; die Summe von h und o ward für die Mitte des Farbenbildes $= 44° 40'$ gefunden. Also $\tfrac{1}{2}(h + o + A) = 53° 35'$.

Für die äussersten Farbenstralen ward die Länge des Bildes G $7\tfrac{3}{4}$ Zoll, sein Abstand vom Prisma $18\tfrac{1}{2}$ Fuß gefunden. Ein Dreyeck von dieser Grundlinie und Höhe hat an der Spitze bey F einen Winkel von $2° 0' 7''$. Mithin wird der Winkel o für die rothen Stralen um $1° 0' 3''$ kleiner, für die violetten um eben soviel größer, als für die mittlern; h und A bleiben ungeändert. Also $\tfrac{1}{2}(h + o + A)$ für rothes Licht $= 53° 5'$; für violettes $= 54° 5'$. Mithin

$$n \begin{cases} \text{für rothe Stralen} = \sin 53° 5' : \sin 31° 15' \\ \text{für die mittlern} = \sin 53° 35' : \sin 31° 15' \\ \text{für die violetten} = \sin 54° 5' : \sin 31° 15' \end{cases}$$

$$\text{Dies giebt aus den Tafeln } n : 1 = \begin{cases} 7995 : 5188 = 77 : 50 \\ 8047 : 5188 = 77\tfrac{1}{2} : 50 \\ 8099 : 5188 = 78 : 50 \end{cases}$$

Wie Newton daraus die Brechungsverhältniße der übrigen Farben bestimmt habe, findet man bey dem Worte Farbenbild (Th. II. S. 161.).

Von den farbigen Rändern, mit denen die Körper umgeben scheinen, wenn man sie durchs Prisma betrachtet,

steht die Erklärung bey dem Worte Farben (Th. II. S. 137.). Sie umgeben allemal das Helle, da, wo es an etwas Dunkleres grenzt.

Noch eine Erscheinung am Prisma ist merkwürdig, weil dabey blaue Farbe durch bloße Reflexion sichtbar wird. Das Prisma steht in freyer Luft, wie Taf. XIX. Fig. 93. mit der Fläche ABCD unten, und das Auge O betrachtet darinn die Wolken durch das Licht, das durch die Seite BA hereinfällt, und von der Fläche ABCD zurückgeworfen wird. Wenn nun der Einfalls- und Zurückstralungswinkel etwa 40° ist, so sieht das Auge einen blauen Bogen MN, der über die ganze Fläche ABCD geht und die Fläche selbst scheint jenseits MN heller, diesseits dunkler. Dies kömmt daher. Wenn der Winkel des einfallenden Strals mit der brechenden Fläche zu klein wird, (wenn sein Cosinus größer ist, als $\frac{1}{n}$), so wird er gar nicht mehr gebrochen, sondern ganz zurückgeworfen, s. Brechung (Th. I. S. 414). Jenseits t werden die Winkel der Lichtstralen, die von ABCD ins Auge geworfen werden könnten, so klein; daher werden jenseits t alle Stralen zurückgeworfen, es geht keiner davon durch das Glas hindurch, und dieser Theil scheint sehr hell. Diesseits p werden die Winkel groß genug zur Brechung für alle Stralen; also geht fast alles Licht durch ABCD durch; es wird wenig zurückgeworfen, daher ist dieser Theil dunkel. Zwischen t und p sind die Winkel nur noch für einige Farben groß genug zur Brechung. Bey t fangen die rothen schon an zu mangeln, die wegen ihrer geringern Brechbarkeit schon bey einem kleinern Winkel ganz durch die Fläche durch gehen; weiter nach p zu mangeln nach und nach auch die gelben und grünen Stralen, und bey p werden nur noch die blauen allein ganz reflectirt. Daher erscheint der Punkt p blau. Dies gilt von allen Punkten, die vom Auge um Op abliegen, und aus denen die Stralen unter einem Winkel = OpR ins Auge kommen. So erscheint von M bis N ein blauer gegen das Auge hohler Bogen, der sich nach t zu mit den andern Farben mischt, d. i.

allmählig ins Weisse oder Helle verliert: eben so wie der blaue Saum, der helle Stellen umgiebt, wo sie durchs Prisma betrachtet an dunkle grenzen. Die Erfahrung zeigt dies sehr deutlich, und es sind die Winkel $OtR = 49^{\circ}$, $OpR = 50^{\circ}$; daher die Complemente derselben nahe 40° sind, und das Phänomen sich zeigt, wenn der Einfalls- und Zurückstralungswinkel etwa 40° betragen.

Klügel in den Zusätzen zu Priestleys Geschichte der Optik, S. 192 u. f. auch Priestley S. 204.

Brisson Dict. raif. de Physique, art. *Prisme*.

Prismatische Farben, Regenbogenfarben, Newtons einfache oder ursprüngliche Farben, Colores prisinatici, Colores iridis, simplices, primitivi, *Couleurs prismatiques, Couleurs de prisme, Couleurs simples, originaires, primitives.* Die Farben der einfachen Lichtstralen, in welche das weisse oder zusammengesetzte Licht durch die Brechung zerstreuet wird, s. Farbenzerstreuung, Brechbarkeit, Farben. Sie zeigen sich beym Durchgange des Lichts durch Mittel, deren Flächen schiefe Winkel mit einander machen, z. B. durchs Prisma, durch die Ränder der Linsengläser, durch Kugeln, durch die Wassertropfen im Regenbogen.

Ihre Anzahl ist unbestimmt: denn sie liegen nicht deutlich begrenzt nebeneinander, sondern jede verläuft sich in die folgende durch einen unmerklichen Uebergang mit unzählbaren Schattirungen. Von den Regenbogenfarben bemerkt dies schon Seneca (Quaest. nat. L. I. c. 3.), mit Anführung der Verse, die es so schön ausdrücken:

— Diversi niteant cum mille colores,
Transitus ipse tamen spectantia lumina fallit,
Vsque adeo, quod tangit, idem est, tamen ultima distant.

Man unterscheidet inzwischen sieben der kenntlichsten Abstufungen, nemlich: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indig, Violet. Die rothen Stralen haben die geringste, die blauen und violetten die stärkste Brechbarkeit.

Weil jeder dieser Farbenstralen, wenn er durch die erste Brechung von den übrigen gesondert ist, durch eine zweite Brechung sich nicht weiter theilen läßt, sondern nun völlig gleichartig und durchaus von einerley Brechbarkeit bleibt, so giebt Newton diesen Farben des Prisma den Namen der **einfachen, ursprünglichen oder Grundfarben.** Mehrere von ihnen geben andere zusammengesetzte oder gemischte Farben, von denen einige gewissen einfachen ähnlich sind, aber durchs Prisma doch wieder in die einfachen, aus denen sie bestehen, zertheilt werden. Alle einfache Farben, im gehörigen Verhältniße vermischt, geben Weiß, dessen verschiedene Stufen blos von der Stärke des Lichts abhängen, und durch das Graue bis zum Schwarzen, oder dem gänzlichen Mangel des Lichts, fortgehen.

In einer andern Bedeutung heissen einfache oder ursprüngliche Farben auch diejenigen Pigmente, durch deren Mischung man viele andere Farben hervorbringen kan, s. Farbendreyeck.

Pulsadern, Schlagadern, Arteriae, *Artères.* Diesen Namen führen die cylindrischen Gefäße oder Röhren, welche im thierischen Körper das Blut aus dem Herzen durch den ganzen Körper bis an die äussern Theile führen. Sie sind elastisch, und helfen durch ihre abwechselnde Erweiterung und Zusammenziehung den Kreislauf des Bluts befördern, s. Blut.

Pumpe, Antlia, *Pompe.* Durch eine Pumpe wird überhaupt eine Maschine verstanden, wodurch eine flüßige Materie in einer Röhre mittelst Auf- und Niederdrückung eines fest anschließenden Körpers gehoben werden kan. In den meisten Fällen hebt man damit Wasser.

Die Röhre ABCD, Taf. XIX. Fig. 94., in welcher der anschließende Körper EF hin- und hergetrieben wird, heißt der Stiefel (*corps de Pompe*), der Körper EF selbst der Kolben oder Stempel (embolus, *piston*), die daran befestigte Stange Ia die Kolbenstange (*tige de piston*); der Theil des Rohres über dem Stiefel ABHG, in wel-

chem das Wasser bis an das Gußrohr G gehoben wird, das **Aufsatzrohr**, die **Steigröhre**. Die Kolbenstange wird bey I entweder unmittelbar, oder mittelst des Winkelhebels oder **Schwengels** IKL, oder mittelst einer andern bey I angebrachten Maschine, durch Menschen oder andere schickliche Kräfte, in Bewegung gesetzt, indem der Stiefel mit dem Aufsatzrohre vollkommen fest steht. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens wird das **Spiel** desselben *(le jeu du piston)* genannt.

Die in der Figur vorgestellte Einrichtung der Pumpe ist unter allen die einfachste. Sie ist die **gemeine Wasserpumpe** (Autlia elevatoria vulgaris, *pompe elevatoire ordinaire)*. Bey ihr steht der Stiefel ABCD völlig unter Wasser, und das Aufsatzrohr ABHG ist aus einem Stück mit demselben, oder eine unmittelbar oben aufgesetzte Verlängerung des Stiefels. Die Absicht ist, das in der Tiefe befindliche Wasser, dessen Oberfläche bis AB reicht, durch das Spiel des Kolbens bis G zu heben, und daselbst in ein untergesetztes Gefäß auszugießen.

Diese Einrichtung erfordert, daß der Kolben EF in der Mitte durchlöchert, die Oefnung aber bey a mit einer Vorrichtung versehen sey, welche zwar das Wasser über a hinaustreten, aber nicht wieder in den untern Theil zurückfallen läst. Man nennt solche Vorrichtungen **Klappen** oder **Ventile**, und es wird noch in diesem Artikel etwas von ihrer Beschaffenheit vorkommen. Mit einer ähnlichen Klappe b ist auch die untere Oefnung der Röhre CD versehen. Dadurch wird nun die verlangte Absicht auf folgende Art erreicht.

Wenn der Kolben bis zu seinem tiefsten Stande, z. B. bis ef niedergetrieben ist, so sucht sich das Wasser nach den Gesetzen der Hydrostatik im Stiefel eben so hoch, als es von aussen steht, d. i. bis AB zu stellen. Es dringt also von unten durch CD ein, und da die Klappen b und a ihrer Einrichtung nach sein Heraustreten nicht hindern, so erreicht es diesen Stand wirklich, und füllt den Stiefel bis an AB. Wird nunmehr der Kolben wieder aufgezogen, so drückt die über ihm stehende Wassersäule ABef die Klap-

pe a zu, und wird daher mit dem Kolben zugleich in die Höhe gehoben. Solchergestalt entsteht unter dem Kolben ein leerer Raum, den das äussere Wasser, indem es durch b hinauftritt, anfüllet. Stößt man hierauf den Kolben wieder nieder, so würde er das äussere Wasser zurücktreiben; allein dies hindert die Klappe b. Das zwischen a und b zusammengepreßte Wasser öfnet sich also die Klappe a, tritt über den Kolben, und vergrößert dadurch die Höhe der schon vorher über ihm befindlichen Wassersäule. Diese Wassersäule wird daher bey jedem Kolbenzuge höher, weil die Klappe a nichts von ihr wieder zurückfallen läst. Endlich muß also das Wasser den Ausguß G erreichen, und durch denselben so lange ausfließen, als das Spiel des Kolbens fortgesetzt wird. Schließen der Kolben und die Klappe a recht fest an, so bleibt die Wassersäule EFGH auch nach der Bewegung des Kolbens stehen, und die Pumpe giebt das nächstemal gleich beym ersten Ausziehen des Kolbens wieder Wasser.

Bey dieser Einrichtung wird das Wasser blos nach hydrostatischen Gesetzen durch den Druck der äussern Wassersäulen AC und BD in den Stiefel getrieben. Der Druck der Luft wirkt hiebey gar nicht mit, und alles würde im luftleeren Raume eben so erfolgen. Dazu gehört aber, daß der Kolben EF beständig unter der Wasserfläche AB bleibt. Würde er einmal über dieselbe erhoben, so würde ihm das Wasser im luftleeren Raume nicht weiter, als bis AB, nachfolgen, weil der Druck der äussern Wassersäulen es nicht höher treiben kan. Im luftvollen Raume wird zwar das Wasser dem Kolben auch noch bis über AB folgen, aber dies wird eine Wirkung des Drucks der Luft seyn, und durch Saugen geschehen, in welchem Falle die Pumpe den Namen eines Saugwerks bekömmt, von welchem unter einem besondern Artikel gehandlet wird.

Durch eine gemeine Wasserpumpe, bey der kein Saugen vorgeht, kan man das Wasser nie aus großen Tiefen heben. Dazu müste, weil der Kolben stets unter Wasser bleiben muß, die Kolbenstange allzulang seyn. Man wird also bey einiger Tiefe des Wassers allemal lieber Saugwerke anlegen, die eine weit bequemere Einrichtung verstatten.

Ein Druckwerk heißt jede Pumpe, in welcher das eingetretene Wasser durch die Gewalt des Kolbens in andere mit dem Stiefel verbundene Röhren getrieben wird, s. Druckwerk. Auch die gemeine Wasserpumpe ist schon ein Druckwerk, weil das Wasser durch das Aufziehen des Kolbens in das mit dem Stiefel verbundene Aufsatzrohr ABHG gehoben wird. Nur machen hier Stiefel und Aufsatz ein einziges Stück aus, welches in der Theorie nichts ändert. In der Ausübung aber giebt man doch den Namen der Druckwerke nur solchen Pumpen, in welchen entweder das Aufsatzrohr ABHG von einer sehr beträchtlichen Höhe oder Länge (wenn die Pumpe schief liegt), oder wo es mit dem Stiefel seitwärts durch eine Gurgel verbunden ist. Im ersten Falle wird es fast allezeit mit einem Saugwerke verbunden, um die allzugroße Länge der Kolbenstange zu vermeiden, wie bey den **hohen Sätzen** in den Kunstgezeugen der Bergwerke; im zweyten Falle ist entweder ein Saugwerk dabey, oder nicht. Man nennt es, wenn das Saugwerk fehlt, oder der Kolben immer unter dem Wasser bleibt, im eigentlichsten Verstande eine **Druckpumpe**, und gebraucht es theils zu Erhebung des Wassers auf größere Höhen, theils zum Ausspritzen desselben, wie bey Feuerspritzen und Fontänen.

Da ich von Saug- und Druckwerken in besondern Artikeln handle, so gehören hieher nur noch einige Bemerkungen, welche alle Pumpen überhaupt angehen.

Der **Kolben** jeder Pumpe muß an die innere Fläche des Stiefels genau anschließen, und weder Luft noch Wasser durchlassen: dennoch muß er kein allzustarkes Reiben verursachen, und dabey dauerhaft genug seyn. Gewöhnlich werden die Kolben aus runden Scheiben von gutem Pfundleder zusammengesetzt, die an einen eisernen Polzen angereihet, und zwischen zwo metallnen Platten durch eine Schraube zusammengepreßt werden. Die durchbohrten oder **hohlen Kolben** müssen ziemlich weite Oefnungen haben, damit das Wasser beym Niederdrücken frey genug aufsteigen könne, und keine allzugroße Kraft erfordere. Man macht sie aus Hagebüchen oder Erlenholze in Gestalt eines

umgekehrten abgekürzten Kegels, welcher zu oberst mit einem Stücke Leder umgeben ist. Dieses Leder wird mit einer Reihe dicht nebeneinander stehender Nägel aufs Holz befestiget, und hat in der Mitte die Ventilöfnung, worauf eine Klappe liegt. Wenn diese hohlen Kolben eine starke Wassersäule heben sollen, werden sie besser aus Metall gemacht. Sie bekommen oben einen Bügel oder Bogen, an welchen man die Kolbenstange anhängt.

Die **Klappen** (*clapets*), Taf. XIX. Fig. 95. bestehen aus einem kreisförmigen Stück Leder CD, an welchem sich der Schweif DG befindet, der fest aufgenagelt, mit einer darüberliegenden Platte festgeschraubt, oder zwischen den Lappen der zusammengesetzten Röhre befestiget wird, so daß die Stelle D ein Gewinde vorstellt, um welches sich die Scheibe CD wenden, und wie der Deckel einer Kanne, auf- und zuthun kan. Die Scheibe CD selbst wird durch die Schraube HI zwischen die beyden Metallplatten AB und EF eingeklemmt. Die obere Platte AB ist im Durchmesser etwas größer, als die Oefnung, welche die Klappe verschließen soll, die andere EF ist etwas kleiner, damit sie in die Oefnung einpasse. Solchergestalt öfnet das Wasser, wenn es von unten herauf geht, die Klappe, und verschaft sich einen freyen Durchgang; wenn es aber von oben herab kömmt, drückt es dieselbe zu, und verschließt sich selbst den Weg.

Die **Ventile** (*soupapes*) Taf. XIX. Fig. 96. haben folgende Einrichtung. In die zu verschließende Oefnung wird eine Platte befestiget, welche in der Mitte eine weite kreisrunde Oefnung hat, über welche dem Durchmesser nach ein Steg queer über geht, der in der Mitte ebenfalls ein kleines Loch bekömmt. Diese Platte heißt die **Muschel**. ABMNFG ist ein Durchschnitt derselben mitten durch den Steg, MN der Steg, CE das Loch desselben. Am obern Theile bey BC und FE ist der Rand von der Oefnung der Muschel, wie die Hölung eines umgekehrten abgekürzten Kegels, ausgeschnitten. Der Deckel HI, der von Metall seyn oder sonst Gewicht genug haben muß, paßt genau in die kegelförmige Oefnung BCEF, und verschließt sie, wenn

er herunter fällt. An diesem Deckel ist unten der Stift KL, der durch das Loch CE im Stege geht, und darinn frey auf und ab spielen kan. Der untere Kopf bey L hindert, daß der Stift nicht ganz aus dem Loche CE herausgehen kan. Wenn nun das Wasser von unten hinauf dringt, so hebt es den Deckel in die Höhe, und macht sich den Weg durch die weite Oefnung zu beyden Seiten des Stegs frey; wenn aber der Trieb des Wassers aufhört, fällt der Deckel zurück, und verschließt dem Wasser den Rückweg. Nach der verschiednen Gestalt des Deckels und des Ausschnitts BCEF heissen solche Einrichtungen **Muschelventile**, **Kegelventile**, **Kugelventile**, wovon **Leupold** (Theatrum machinarum hydraulicarum To. I. §. 172 u. f. Tab. 38.) und **Belidor** (Architectura hydraulica, I Th. III B. 3 Cap.) mehrere Arten beschreiben und abbilden.

Diese beyden Schriftsteller haben überhaupt die Lehre von den Pumpen am besten praktisch behandlet, **Belidor** auch mit vieler und einsichtsvoller Anwendung der Theorie. Beym **Musschenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2122 sqq.) finden sich gute theoretische Untersuchungen, die aber **Bernoulli** in der Hydrodynamik und **Euler** (Mém. de Berlin, To. VIII.) viel weiter getrieben haben. **Karsten** hat aus allen diesen Schriftstellern das brauchbarste gesammlet, und mit eignen schätzbaren Untersuchungen verbunden.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik. Fünfter Theil, Hydraulik. Greifswald, 1770. 8. XVII u. f. Abschnitte.

Pyrometer, Pyrometrum, *Pyromètre*. Diesen Namen, der eigentlich ein Maaß des Feuers bedeutet, gab **Musschenbroek** einem von ihm erfundenen Werkzeuge, welches bestimmt war, die Ausdehnungen verschiedener Metalle bey bekannten Graden der Wärme zu vergleichen. Schicklicher wäre wohl eine Benennung gewesen, die soviel als Ausdehnungsmaaß bedeutete, da die Absicht blos auf Bestimmung der Ausdehnung bey bekannter Wärme, nicht auf Messung der Wärme oder des Feuers selbst, gieng.

Da man aber alle solche Werkzeuge auch brauchen kan, um hohe Grade der Wärme selbst zu bestimmen, so ist es gewöhnlich worden, die Metallthermometer und überhaupt alle Maaße hoher Grade der Wärme, Pyrometer zu nennen. Ich werde jedoch hier nur diejenigen Werkzeuge erwähnen, die von ihren Erfindern zu Ausdehnungsmaaßen bestimmt worden sind, und wegen der übrigen Pyrometer auf den Artikel Thermometer verweisen.

Musschenbroek's erstes Pyrometer (Tentamina exper. in academia del cimento. Lugd. Bat. 1731. 4. P. II. p. 12.) gab schon eine Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ rheinl. Zoll durch eine merkliche Bewegung des Zeigers an. Er gab ihm in der Folge eine verbesserte Einrichtung (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 1527.), wobey die Ausdehnung einer Stange durch Räderwerk sichtbarer gemacht wird. Die Stange wird an einem Ende fest eingespannt, damit sich das andere durch die Ausdehnung in die Länge bewege, und durch ein daran befestigtes Stängelchen den Zahn eines Trillings fortdrücke. An der Axe des Trillings ist ein großes Rad mit vielen Zähnen, welche in einen andern Trilling eingreifen, an dessen Axe wiederum ein größeres Rad ist, welches in einen dritten Trilling eingreift u. s. w. An der Axe des letzten Trillings ist ein Zeiger, der sich, so wenig auch die Stange ausgedehnt wird, sehr weit und merklich fortdreht, und auf einem Zifferblatte Theile anzeigt, deren Anzahl der Ausdehnung proportional ist. Damit die Bewegung des Zeigers mit dem ersten Augenblicke der Ausdehnung erfolge, muß der Zeiger so weit zurückgedreht werden, als es angeht, damit alle Zähne, die fortgeschoben werden sollen, einander völlig berühren. Auch muß alles so eingerichtet seyn, daß die Stange allein erwärmt wird, damit nicht das Gestell sich auch ausdehne, in welchem Falle man nur den Unterschied beyder Ausdehnungen finden würde. Musschenbroek setzte zuerst fünf Weingeistlampen unter die Stange, änderte aber nachher die Einrichtung so, daß durch diese Lampen Wasser in einem blechernen Gefäß erhitzt und die Stange hineingelegt werden konnte. In dieser Lage ward sie an die eine Seitenwand des Gefäßes an-

gestemmt, ihr anderes Ende bog sich auswärts über einen Einschnitt in der gegenüberstehenden Seitenwand hinaus, und ward an eine gezahnte Stange geschraubt, die in den ersten Trilling des Räderwerks eingrif. In dem erhitzten Wasser stand ein Quecksilberthermometer, um den Grad der Wärme anzugeben. Dieses Musschenbroekische Pyrometer ist noch immer in den Experimentalgeräthschaften, wenigstens in Deutschland, das gewöhnlichste.

In England brachte **Ellicott** im Jahre 1736 (Philos. Trans. num. 443. p. 297.) ein Werkzeug in Vorschlag, wobey das eine Ende der Stange fest, das andere aber mit einem Faden oder einer Uhrkette verbunden ist, die unter einer Rolle hinweg geleitet, und in derselben befestiget wird. Von dieser Rolle geht ein Hebel aus, dessen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Kette verbunden ist. Dieser Faden ist wieder um eine Rolle gewunden, und wird durch ein Gegengewicht so gespannt, daß der Hebel gerade gehalten wird. An dieser letztern Rolle ist ein Zeiger, der auf einer concentrischen getheilten Scheibe Grade zeigt. Wenn sich nun die Stange verlängert, und dadurch die Rolle am ersten Ende des Hebels Freyheit erhält, so zieht das Gegengewicht den Hebel so weit aufwärts, als durch die Verlängerung der Stange der Rolle Drehung verstattet wird, und dreht dadurch den Zeiger. An **Ellicotts** Instrumente gab $\frac{1}{7200}$ Zoll Verlängerung dem Zeiger eine Umdrehung um 1 Grad des Umkreises. Das Instrument ist doppelt, d. h. mit zween Hebeln und zwo Scheiben mit Zeigern versehen, so daß man zwo Stangen A und B zugleich einlegen kan. Man legt B auf A, erhitzt beyde, und bemerkt die Grade, auf die sie die Zeiger treiben. Dann läßt man alles erkalten, nimmt B weg, legt eine dritte gleich lange Stange C auf A, und erhitzt so lange, bis A wieder den vorigen Grad zeigt. Alsdann kan man die Grade der Verlängerungen von B und C vergleichen. Diese Einrichtung soll dienen, um immer gleiche Hitze zu erhalten; sie ist aber, so wie das ganze Instrument, sehr unzuverläßig.

Bouguer (Experiences faites à Quito etc. sur la dilatation et la contraction, que souffrent les metaux par le

chaud et le froid, in den Mém. de l'Acad. de Paris, 1745. p. 230.) bediente sich zu diesen Untersuchungen eines sehr einfachen Werkzeugs, wovon Taf. XIX. Fig. 97. eine ohngefähre Vorstellung giebt. AC und CB sind zween stählerne Regeln einen Schuh lang, durch eine dritte schiefliegende verbunden: FG ein Zeiger, an dem FH von Metall, HG von leichtem Holz ist; dieser dreht sich um C, und zeigt Grade auf dem getheilten Bogen AE. Bey B geht der Fuß BI senkrecht heraus, und mitten auf demselben ist ein Stift, der Zeiger hat bey F einen zweyten Stift. Die Metallstangen, die man untersuchen wollte, wurden auch einen Schuh lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern versehen, mit denen man sie in die Stifte I und F einlegen konnte. So veränderte sich die Stellung des Zeigers, wenn die Stange länger, als 1 Schuh, ward, und weil CF nur 4 Lin. betrug, CG aber 1 Schuh oder 144 Lin. hielt, wurde die Verlängerung 36mal merklicher. Bouguer fand z. B. daß ein Stab von Stahl, den er glühend in I und F einlegte, durch seine Verkürzung beym Erkalten den Zeiger fast um 4 Zoll von E gegen A trieb; dies gab eine Verkürzung von $\frac{1}{9}$ Zoll oder $1\frac{1}{3}$ Lin., oder um $\frac{1}{108}$ (genauer $\frac{1}{111}$) der ganzen Länge zu erkennen. Die Absicht war eigentlich, die Verschiedenheit der Verlängerungen bey der Glühhitze in den verschiedenen Climaten und Höhen der amerikanischen Orte zu untersuchen. Dieser Zweck blieb zwar unerreicht; aber Bouguer sowohl, als seine Gefährten, besonders Dom Juan de Ulloa, haben doch über die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Wassers und bey der Sonnenwärme sehr schätzbare Versuche angestellt. Zur Erhitzung mit Dachten oder Lampen erfand B. noch ein besonderes Instrument mit krumm gebognen Stangen, nach einer von ihm selbst erdachten Theorie; der Erfolg befriedigte aber seine Erwartungen nicht.

Smeaton (Description of a new Pyrometer with a Table of experiments made therewith in den Philos. Trans. Vol. XLVIII, P. 2. for 1754. num. 79.) hat sich durch die genausten Versuche dieser Art vor andern ausgezeichnet. Sein Pyrometer hat, wie das muſſchenbroekische,

eine Cisterne mit Wasser, das durch untergesetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der eingelegten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, der sich um eine am untern Theile befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Stange gedrückt wird. Am obern Ende dieses Hebels ist ein Schenkel, nach Smeatons Ausdruck ein Fühler (Feeler), der sich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läst. Nun wird das Fortrücken des Hebels durch eine Mikrometerschraube auf folgende Art gemessen. Man ergreift den beweglichen Schenkel oder Fühler an seinem Grif ganz locker, läst ihn durch sein eignes Gewicht sinken, ohne ihn zu hindern, bis er fast wagrecht steht, hält ihn so schwebend, und schraubt dann die Mikrometerschraube so weit ihm entgegen, bis ihr Ende an das Ende des Schenkels anklappt, und beyde einander völlig berühren, welches man ausser dem Hören des Anklappens auch noch durchs Gesicht und Gefühl deutlich unterscheiden kan. Die Stellung der Schraube zeigt alsdann die Größe der Verlängerung. Es muß aber vorher, wie bey allen Mikrometern, der Werth der Schraubengänge bestimmt werden, wozu hier kein anderes Mittel, als die Erfahrung, ist. Diese Bestimmung ist etwas beschwerlich, sie darf aber auch nur einmal gemacht werden. Smeaton fand bey seinem Pyrometer den Werth eines Hunderttheils der Umdrehung = $\frac{100}{37868}$ Zoll, und da die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines solchen Theils fühlbar war, so hielt er sich seiner Abmessungen bis auf $\frac{1}{1515}$ Zoll versichert. Er meldet übrigens, daß schon Graham sich zu ähnlichen Absichten der Mikrometerschraube bedient, und die Genauigkeit sehr weit getrieben habe; seine Methode aber sey ganz neu, und übertreffe an Empfindlichkeit alles, was ihm je vorgekommen sey, besonders wenn man das Anklappen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Bestimmung annehme.

Nollet (Leçons de physique exper. To. IV. p. 353.) beschreibt noch ein Pyrometer, in welchem die Stange durch unmittelbar untergesetzte Lampen erhitzt wird, und durch eine in ein Glasbehältniß eingeschloßne Verbindung von Hebeln

einen bezahnten Sector bewegt, der in ein Getrieb eingreift, auf dessen Axe der Zeiger steckt. Man sieht leicht, daß sich solche Einrichtungen, wenn es, wie bey Nollet, nur auf Versuche bey Vorlesungen abgesehen ist, von jedem Liebhaber nach Gefallen ändern lassen. Es kan also leicht weit mehr Pyrometer, als die angeführten, geben. Da aber auch bey dem Worte Thermometer noch mehr ähnliche Werkzeuge vorkommen werden, so will ich lieber davon abbrechen, und dafür etwas von den mit Pyrometern angestellten Versuchen beyfügen.

Zu den ersten Versuchen über die Ausdehnungen der Metalle durch die Wärme gab Richer's Pendelbeobachtung in Cayenne Anlaß. Die Cartesianer wollten nicht gleich eine geringere Schwere unterm Aequator annehmen, und suchten daher den Grund, warum das Secundenpendel dort $1\frac{1}{4}$ Lin. kürzer, als zu Paris, sey, in der Wärme zu Cayenne. Man muste also wissen, wie viel diese Ursache wirken könne. Picard fand, daß eine eiserne Stange, die in der Kälte des Winters 1 Fuß lang war, am Feuer um $\frac{1}{4}$ Lin., also um $\frac{1}{576}$ ihrer Länge, verlängert ward, und nach de la Hire's Beobachtung hatte eine eiserne Toise, die im Winter das richtige Maaß hielt, im Sommer an der Sonne um $\frac{2}{3}$ Lin. oder um $\frac{1}{1296}$ ihrer Länge zugenommen. Newton schloß hieraus, der Einfluß der Wärme sey zu gering, um Richer's Beobachtung zu erklären, welche vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Gestalt der Erde beweise. Man hieng aber in Frankreich zu sehr an dem cartesianischen Lehrgebäude, sahe die Pendelversuche nicht für so wichtig an, und ließ darüber die ganze Sache liegen.

Erst nach 1730 änderte sich diese Meinung. Newtons System fand in Frankreich Anhänger, und man fieng an, die Wichtigkeit einer scharfen Prüfung der Längen von Pendeln und Meßstangen zu empfinden. Musschenbroek gab damals das erste Pyrometer an, das die Ausdehnungen sehr groß und sichtbar macht, und brauchte es zu vielen Versuchen, die mit den genausten neuern übereinstimmen. Die französischen Akademisten untersuchten bey der Gradmessung in Peru diesen Gegenstand mit vorzüglichem Fleiße.

Grahams Erfindung, die Pendelstangen aus verschiednen Metallen zusammenzusetzen, und den Einfluß der Wärme durch Compensation aufzuheben (s. Pendel), machte die Sache noch wichtiger. Man brachte, um die geringern Ausdehnungen genau zu messen, Mikrometerschrauben an, und Smeaton lieferte durch dieses Mittel sehr genaue Resultate. Neuere Versuche hat noch der P. von Herbert (Diss. de Igne. Vienn. 1773. 8.) mit einem musschenbroekischen Pyrometer angestellt.

Die Erfolge dieser Untersuchungen läst folgende Tabelle übersehen. Die Länge der Stangen bey der Kälte des Eispunkts ist darinn = 100000 gesetzt. Die Zahlen geben an, um wie viel Hunderttausendtheile dieser Länge sie sich ausdehnen, wenn sie die Wärme des siedenden Wassers angenommen haben.

	Musschenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Messing	101	95	—	204	—	193	173
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eisen	73	60	55	92	106	125	107

Die Uebereinstimmung dieser Resultate ist allerdings nicht sonderlich. Mit den Verhältnißen der Ausdehnungen könnte man eher zufrieden seyn; aber die absoluten Größen werden von Juan, Condamine, Smeaton und Herbert durchgängig größer, und fast doppelt so groß angegeben, als von Musschenbroek, Ellicott und Bouguer. Dies scheint anzuzeigen, daß ein Umstand in der Einrichtung der Instrumente diese Unterschiede veranlasset habe. Eine Beobachtung von Lowitz, der 1753 in Nürnberg eine 20 Fuß lange eiserne Stange nebst einem Thermometer an die Sonne legte, und sie um $\frac{1}{2500}$ verlängert fand, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenheit gestiegen war, zeigt nach Lamberts Berechnung, daß sich diese Stange vom Eispunkte bis zum Siedpunkte höchstens um

$\frac{1}{1250}$ oder um 0,00080 würde ausgedehnt haben, welche Bestimmung der Musschenbroekischen am nächsten kömmt.

Bey Körpern, auf welche die Wärme nicht allein unmittelbar, sondern auch noch mittelbar durch die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit wirkt, erfolgt alles ganz anders. Ihre Feuchtigkeit verdünstet in der Wärme, daher gehen sie von der Hitze ein, und schwellen in der Kälte auf. Man muß daher die hygrometrischen Wirkungen von den thermometrischen oder pyrometrischen genau unterscheiden. So ist es zu verstehen, wenn Kraft und andere Physiker Hölzer, Wurzeln, Leder, Knochen 2c. als Beyspiele anführen, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehne.

Herr de Lüc (An Essay on Pyrometry and areometry and on physical measures in general in den Philos. Trans. Vol. LXVIII. for 1778. P. I. n. 20.) ward durch einen Gedanken von Ramsden veranlasset, bey der Ausmessung der relativen Ausdehnungen fester Körper das Mikroskop zu gebrauchen. Er befestigte zween Stäbe von den Materien, deren Ausdehnbarkeit er vergleichen wollte, am untern Endpunkte an einander, und versahe sie mit Theilungen. Wenn sie nun in Wasser von bekannter Temperatur erwärmt wurden, so zeigte das Mikroskop, welche Theilungsstriche mit einander übereintrafen, wie an einem Nonius oder Vernier, woraus sich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen schließen läst. Er erzählt, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 Grad bis 40 Grad seines Thermometers (d. i. von $54\frac{1}{2}$ — 122 nach Fahrenheit) die Ausdehnungen des Messings und Eisens im Durchschnitt, wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Angabe von Dom Juan am nächsten übereinstimmt. Er giebt auch ein Mittel an, durch ein am Mikroskop angebrachtes Mikrometer die absoluten Größen der Ausdehnungen zu finden. Ein Versuch damit gab ihm die Ausdehnung einer Glasröhre vom Eispunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, oder $\frac{1}{100}$ Zoll auf jeden Schuh, genau so, wie es Smeaton gefunden hat. Das Glas kömmt bey einerley Temperatur ganz genau zu einerley Länge zurück, kan also für andere Körper zum Maaßstabe dienen, und würde sich

vortreflich zu Pendelstangen schicken. Aber der Gang seiner Ausdehnungen ist nicht gleichförmig, sondern, wenn es von 70 Grad des de Lücschen Thermometers bis 0 immer von 10 zu 10 Grad stufenweise abkühlet, so verhalten sich die successiven Verkürzungen, wie 31, 29, 26, 24, 22, 19.

Ohne Zweifel finden ähnliche Ungleichheiten des Ganges auch bey den Ausdehnungen der Metalle statt, daß man also von der Verlängerung im Kleinen nicht richtig auf die im Großen schließen kan. Unter den Versuchen, worauf sich die Resultate der obigen Tabelle gründen, ist bey vielen die Ausdehnung nur für 10 reaumürische Grade gemessen, und die größere von Eis- zu Siedpunkt durch Rechnung daraus hergeleitet worden. Auch hieraus erklärt sich zum Theil die Verschiedenheit der Angaben. Man hat auch angenommen, die Stangen hätten an der Sonne eben soviel Wärme erhalten, als das Thermometer zeigte, da doch Größe, Materie und Farbe der Stangen hierinn große Unterschiede machen. Dies alles zeigt, wie unvollkommen noch die Pyrometer sind, und wieviel der Experimentaluntersuchung in diesem Fache noch übrig bleibe.

Lamberts Pyrometrie, Berlin, 1779. gr. 4. S. 119 u. f.

Pyrometrie, Pyrometria, *Pyrometrie.* Unter diesem Namen kan man alle Anwendungen der Mathematik auf die Lehre vom Feuer und der Wärme zusammenfassen, und daraus eine Wissenschaft alles desjenigen bilden, was beym Feuer und der Wärme meßbar ist.

Lambert (Pyrometrie, oder vom Maaße des Feuers und der Wärme, Berlin, 1779. gr. 4.) hat mit dem ihm eignen Scharfsinne diesen Lehren zuerst die Form einer Wissenschaft gegeben, die er, weil sich hiebey auch Kräfte gedenken lassen, nach Art der mechanischen Wissenschaften in Pyrostatik, Pyraulik und Pyrodynamik abtheilt. Er rechnet zur ersten die Lehre vom Gleichgewicht, zur zweyten die von der Bewegung und dem Durchfluße, zur dritten die von den Kräften des Feuers, in sofern es Veränderungen in den Körpern hervorbringt. Er unterscheidet **Thermometrie** von **Pyrometrie** so, daß sich jene nur auf sol-

che Grade der Wärme einschränken soll, die unserm Gefühl erträglich sind. Er bringt noch einen ziemlichen Vorrath von Namen bey, z. B. Pyrotechnik, Pyrobolik, Pyronomie, Pyrometeorologie u. s. w.

Lambert handlet zuerst, um Feuer und Wärme kennen und bestimmen zu lehren, von der Ausdehnung der Körper durch dieselben, und den verschiedenen Arten der Thermometer, und geht dann auf die Mittheilung der Wärme oder die Erwärmung und Erkältung fort. Hierauf betrachtet er die Bewegungen der Wärme, ihre Ausbreitung, Zurückprallung, Geschwindigkeit, ihren Fortgang mit den Körpern und ihr Aufsteigen insbesondere. Diesem Abschnitte folgt die Untersuchung über die Kraft der Wärme in Vergleichung mit dem Zusammenhange der Körper, über die Schmelzbarkeit, die Wärme und Kälte bey Mischungen, die Elasticität der Wärme u. s. w. nebst einigen Gedanken über die Ausmessung der Stärke und Menge der Feuertheilchen. Diesem sind noch zween Abschnitte über die Empfindung der Wärme und ihre Schätzung nach derselben, und über die Sonnenwärme insbesondere, beygefügt.

Nach Lamberts eignen Aeusserungen sollte seine ganze Photometrie blos eine Vorbereitung zu dieser Pyrometrie seyn. Auch beruht in beyden Wissenschaften vieles auf ähnlichen Gründen. Was bey Ausmessung der Stärke des Lichts, Lichtmenge, Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche ist, das wird bey Messung der Wärme, Menge des auffallenden Feuers, Erwärmung und mitgetheilte Wärme. Weil aber das Licht blos auf Flächen fällt, da die Wärme in Massen dringt, so sind die Gründe beyder Wissenschaften nicht so ganz übereinstimmend, und die Gesetze leiden eine merkliche Abänderung. Bey der Erwärmung z. B. ist die Zeitdauer mit zu betrachten, die bey der Erleuchtung nicht in Rechnung kömmt. Ein Körper, der erwärmt wird, theilt immerfort den Körpern, die er berührt, von seiner Erwärmung mit. Die Gesetze, nach welchen dieses geschieht, hatte schon Newton entdeckt (Philos. Transact. 1701. und in Princip. L. III. Prop. 8. Coroll. 3.), und Lambert findet sie mit den Erfahrungen so

übereinstimmend, daß er die ganze Theorie der Erwärmung und Erkältung darauf gründet, welche unstreitig den schönsten Theil des Werks ausmacht. Was die Kraft der Wärme, die Schmelzbarkeit, Erhitzung der Mischungen u. dgl. betrift, so hängen diese Gegenstände zu sehr mit der chymischen Betrachtung zusammen, als daß Lamberts blos mathematischer Vortrag darüber befriedigend seyn könnte: inzwischen bestimmen seine Untersuchungen manchen schwankenden Begrif genauer, und zeigen an, worauf man bey fernern Versuchen vornehmlich Achtung zu geben habe.

Lambert hatte den Entwurf hiezu schon vor 1756 gemacht, aber seitdem wenig daran gearbeitet. Im Sommer 1777 legte er auf Erinnern seiner Freunde die letzte Hand an, und vollendete das Werk kurz vor seinem im September erfolgten Tode, nach welchem es mit einer Vorrede von Karsten heraus kam.

Pyrophorus, Luftzünder, Selbstzünder, hombergischer, Pyrophorus, *Pyrophore*. Diesen Namen führt eine chymische Bereitung, in Gestalt eines schwarzgrauen Pulvers, welche sich an der freyen, zumal feuchten, Luft von selbst entzündet und mit einem Schwefelgeruch abbrennt.

Homberg (Sur un nouveau Phosphore etc. in der Hist. de l'acad. roy. 1710. Obs. sur la matiere fécale in den Mém. 1711.) machte die Entdeckung desselben zufälliger Weise, nachdem er Menschenkoth mit Alaun im Feuer destillirt hatte; der jüngere Lemery (Mém. 1714. 1715.) fand, daß man dazu alle thierische und vegetabilische Materien, welche eine Kohle geben, z. B. Honig, Mehl, Zucker, gebrauchen könne, und de Suvigny (Mém. presentés. To. III.) zeigte, daß man statt des Alauns auch andere vitriolische Salze, z. B. Glaubersalz und vitriolisirten Weinstein, nehmen könne. Dennoch geräth die Bereitung mit dem Alaun am besten.

Man röstet einen Theil Zucker mit drey Theilen Alaun in einer eisernen Pfanne zu einem schwarzen kohlenartigen Pulver, füllt damit eine irdene Flasche mit einer engen

Mündung zu zwey Dritteln, und erhitzt diese im Sandbade stufenweise bis zum Glühen des Untertheils. Alsdann steigen schweflichte Dünste auf, die sich endlich an der Mündung der Flasche mit einer blauen Flamme entzünden. Wenn sich diese Flamme nicht weiter zeigt, verstopft man die Flasche fest, läst alles nach und nach erkalten, und verwahrt die Mündung mit Blase und Papier. Fünf Theile gebrannter Alaun und ein Theil Kohlenstaub geben ein kürzeres Verfahren, wobey man das vorgängige Rösten erspart. In allen Fällen aber muß der Alaun ein solcher seyn, der einen Antheil von fixem Laugensalze enthält.

Das so calcinirte Pulver erhitzt sich, wenn man etwas davon ausschüttet, an freyer Luft, besonders durch den feuchten Hauch, fängt endlich Feuer, und verbrennt unter beständigem Glühen mit starkem Schwefelgeruch zu einer weißgrauen Asche. In dephlogistisirter Luft brennt es heftiger, mit einer röthlichen glänzenden Flamme. **Lavoisier** (Mém. de Paris 1777. und in s. Phys. chymischen Schriften von **Weigel** Th. III. S. 86.) beweiset, daß sich die Phänomene der Verbrennung, Verminderung und Phlogistisirung der Luft, Vermehrung des Gewichts vom Rückstande u. s. w. hiebey ausnehmend stark zeigen.

Die Erklärung eines so auffallenden Phänomens hat, wie alle Selbstentzündungen, die Chymiker lange Zeit vergeblich beschäftiget. Ihre zahlreichen Hypothesen darüber hat Herr Gren an der zu Ende dieses Artikels angeführten Stelle seiner Chymie gesammlet. Ich kan hier nur einiges davon erwähnen.

Die im Alaun oder andern vitriolischen Mittelsalzen enthaltene Säure muß mit dem brennbaren Stoffe der Kohlen bey dieser Bereitung einen Schwefel bilden. Man glaubte sonst, daß dieser Schwefel mit der Alaunerde verbunden den eigentlichen Pyrophorus ausmache. Aber Scheele (Von Luft und Feuer, §. 81. ingl. Berichtigende Bemerkungen über die Luftzünder in Crells chem. Annalen, 1786. B. I. S. 484.) und Bergmann haben gezeigt, daß man nur alsdann Pyrophorus erhält, wenn entweder der Alaun oder die Asche der Kohlen etwas fixes Laugensalz liefert, und daß

auch ohne allen Alaun aus einem Theile Mineralalkali, einem Viertel Schwefel und einem Drittel Kohlenstaub Pyrophorus bereitet werden kan. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß das fixe Laugensalz mit dem Schwefel eine alkalische Schwefelleber bilde, welche nebst der kohligten Substanz die wesentlichen Bestandtheile des Pyrophorus ausmacht.

Auf die Meinung, daß die Alaunerde ein wesentlicher Theil sey, gründen sich die ältern Erklärungen des Pyrophorus. **Lemery** betrachtet diese Erde als eine Art von ungelöschtem Kalk, der sich an der Luft erhitze, und dadurch die Entzündung des Schwefels bewirke, womit auch die Erklärungen der Herren **Wiegleb** und **Göttling** ziemlich übereinstimmen. Nach den neuern Theorien der Verbrennung ist die Entzündung des Pyrophorus verschiedentlich erklärt worden, so wie es jede dieser Theorien erfordert, ohne daß man dabey allemal auf die Nothwendigkeit des Laugensalzes gesehen hätte. Man hat die Bereitung als eine kohligte Schwefelleber betrachtet, in der das Phlogiston oder der Kohlenstof nur sehr locker gebunden ist. Unter dieser Voraussetzung verbindet sich nach **Lavoisier** der saure Grundstof (*base oxygène*) der reinen Luft mit dem Kohlenstoffe und dem Schwefel, bildet damit Luftsäure und Vitriolsäure, und weil beyde der Luft diesen Grundtheil sehr schnell und häufig entziehen, so wird sehr viel Wärmestof frey und verursacht die Entzündung. Nach **Crawford** hingegen wird das leicht gebundene Phlogiston von der respirabeln Luft so schnell eingezogen, und dadurch von ihr so viel Wärme abgegeben, daß daraus Erhitzung und Feuer entsteht.

Herr **Gren** leitet die Entzündung des Pyrophorus mit Recht, wie alle Selbstentzündungen, von der starken Anziehung der reinen Luft gegen das Phlogiston dieses Körpers her. Alle Verbrennungen scheinen doch nur Zersetzungen zu seyn, die mit Entweichung des Phlogistons und mit häufiger Entbindung des Wärmestofs verburden sind. Wo das Phlogiston häufig und schnell entweicht, da ist auch immer viel freyer Wärmestof oder viel Hitze. Daß sich nun der Pyrophorus weit leichter entzündet, als andere Körper, das setzt blos eine Uebersättigung mit Brennbarem und eine

große Freyheit desselben voraus, wobey die Anziehung der Luft augenblicklich und ungehindert wirken kan. Diese Umstände aber finden sich im Pyrophorus unwidersprechlich. Die Uebersättigung mit Phlogiston findet ohnehin in jeder Schwefelleber statt. Ist aber im Pyrophorus noch überdies eine alkalische Schwefelleber, wie es die neuern Entdeckungen wahrscheinlich machen, so wird wegen der Dazwischenkunft des Laugensalzes der Zusammenhang des Phlogistons mit der Vitriolsäure noch schwächer seyn, und bey Berührung feuchter Luft, durch die vom Laugensalze angezogne Feuchtigkeit noch mehr vermindert, also im höchsten Grade geschwächt werden. Die Gegenwart des Laugensalzes ist also hier eine Hauptursache der großen Entzündlichkeit. Dieser Gedanke gehört eigentlich Scheelen zu, der ihn aber so braucht, wie es sein System über die Verbrennung erfordert, nemlich, daß das schwach gebundne Phlogiston von der Feuerluft in Menge angezogen, mit ihr Hitze bilde, und diese Schwefel und Kohle entzünde.

Sehr wahrscheinlich entstehen auf eine ähnliche Art durch den Zutritt der Luft zu schwach gebundnem Phlogiston viele andere Selbstentzündungen, z. B. bey der Fäulniß des Heus, Getraides und anderer Pflanzensamen, beym Verwittern der Kiese u. s. w. Wenigstens wird bey allen diesen Vorgängen die Luft stark phlogistisiret; und das innere Reiben der Theile an einander, womit sich ehedem die physikalischen Schriftsteller befriedigten, wird wohl jetzt von niemand mehr als eine hinlängliche Erklärung solcher Entzündungen angesehen werden.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Pyrophorus.

Gren systemat. Handbuch der gesammten Chemie, erster Theil, §. 787 u. f.

Q.

Quadrant, astronomischer, Quadrans astronomicus, *Quart-de-cercle astronomique.* Ein abgetheilter Bogen eines Cirkelausschnitts von 90 Graden, welcher mit Dioptern versehen, und zu Abmessungen von Bogen grö-

ster Kreise der Himmelskugel gebraucht wird. Man bedient sich der Quadranten vornehmlich zu Abmessung der Höhen und der Abstände vom Scheitel, s. Höhe eines Gestirns.

Die Werkzeuge der alten Astronomie, welche noch unter den Namen der Ringkugel, des parallaktischen Lineals, Jacobsstabs, Radius, Planisphärs u. s. w. bekannt sind, haben soviel Unbequemes, daß man ihnen seit Tycho's Zeiten allgemein die abgetheilten Bogen der Cirkelausschnitte vorgezogen hat, welche mit einem allgemeinen Namen **Sectoren**, und insbesondere, wenn sie 90°, 60°, 45° halten, **Quadranten**, **Sextanten**, **Octanten** genannt werden. Die Sectoren unter 90° dienen hauptsächlich zu Abmessungen von Distanzen der Gestirne, s. **Entfernung, scheinbare** (Th. I. S. 839.).

Die Quadranten sind entweder bewegliche (portatiles) oder unbewegliche (Mauerquadranten, fixi, murales). Bey den beweglichen wird der messingne getheilte Bogen oder **Limbus** durch eiserne Stäbe und Queerbänder gehalten, und ruht vermittelst einer im Schwerpunkte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um mit diesem Werkzeuge Höhen oder Abstände vom Scheitel zu messen, wird es in eine Vertikalfläche gestellt, und läßt sich in derselben entweder um den Schwerpunkt drehen, wie Taf. XIX. Fig. 98., oder bleibt unbewegt stehen, wie Fig. 99.

Im ersten Fig. 98. vorgestellten Falle ist die Regel mit den Dioptern AC am Quadranten selbst fest, und aus C, dem Mittelpunkte des Limbus ADB spielt das Bleyloth CDP herab. Wird nun die Regel AC nach dem Sterne S gerichtet, dessen Abstand vom Scheitel ZCS ist, so giebt das Bleyloth auf der Theilung des Limbus die Größe der Bogen AD und DB an, wovon jener das Maaß des Winkels ACD = ZCS, oder des Abstands vom Scheitel, dieser aber das Complement von jenem zu 90°, mithin das Maaß der Höhe des Sterns ist. Diese Art der beweglichen Quadranten wird vorzüglich in Frankreich gebraucht, und von de la Lande (Astronom. Handbuch, §. 331 u. f.) umständlich beschrieben.

Im zweyten Falle, Fig. 99., bleibt das Werkzeug fest stehen, wenn zuvor die Linie CB aus dem Mittelpunkte nach dem Anfange der Theilung genau wagrecht gerichtet ist. Es ist aber hier eine um C bewegliche Regel mit Dioptern, DC angebracht, welche noch jetzt den arabischen Namen der **Alhidade** *(Alidade)* führt. Diese wird nach dem Sterne S gerichtet, und giebt alsdann auf dem getheilten Limbus die Bogen AD und DB an, welche, wie im vorigen Falle, die Maaße des Winkels ZCS und seines Complements zu 90°, oder des Abstands vom Scheitel und der Höhe sind. Man hat bey dieser Art der Quadranten den Vortheil, daß sich an der Alidade ein Nonius oder Vernier anbringen läßt, wodurch man die Bogen auf eine leichte und genaue Art in noch kleinern Theilen des Cirkels abmessen kan, als der Limbus unmittelbar angiebt. Die Transversallinien und andere Hülfsmittel, welche man bey jener Art der Quadranten mit dem Bleylothe anbringen kan, leisten dies nicht so leicht und genau.

An beyde Arten der beweglichen Quadranten wird insgemein noch ein horizontaler am Gestelle fester Kreis mit seiner gehörigen Theilung angebracht. Wenn derjenige Durchmesser dieses Kreises, welcher durch den Anfang der Theilung geht, auf die Mittagslinie des Beobachtungsorts gestellt wird, so giebt ein in der Fläche des Quadranten befindlicher Zeiger auf der Theilung den Bogen an, um welchen diese Fläche von der Mittagsfläche abweicht. Dieser Bogen ist das Azimuth des Sterns, nach dem der Quadrant gerichtet ist, s. Azimuth. Daher heißt dieser wagrechte Kreis der **Azimuthalkreis**, und das Werkzeug ein **Azimuthalquadrant**. So findet man Azimuth und Höhe zugleich durch eine einzige Beobachtung.

Der unbewegliche oder **Mauerquadrant** (Quadrans muralis s. Tychonicus, *Quart-de-cercle fixe*) ist ganz an einer Mauer in der Mittagsfläche befestiget, übrigens, wie der Fig. 99., mit Alidade und Vernier versehen, wobey das Gestell und die sonst zur Befestigung dienenden Stangen CB und CA wegbleiben. Man kan also durch ihn blos Mittagshöhen messen. Er wird aber insgemein weil

größer, als die tragbaren Quadranten, gemacht, und dient daher zu den genausten und wichtigsten Beobachtungen.

Diese für die Sternkunde so wichtigen Werkzeuge wurden in der letzten Helfte des sechszehnten Jahrhunderts zuerst von Jobst Byrge in Cassel und von Tycho de Brahe in Uranienburg, jedoch nur von Holz, verfertiget. Tycho hat die seinigen selbst beschrieben (Astronomiae instauratae mechanica. Wandesburgi, 1598. fol. rec. Norimb. 1602. fol.), und den Mauerquadranten zuerst gebraucht. Im siebzehnten Jahrhunderte verfertigte sie Hevel in Danzig mit ungemeinen Kosten von Messing, und beschrieb sie ebenfalls selbst (Machinae coelestis, Pars prior. Gedani, 1673. fol.).

Inzwischen hatte Picard statt der bisher gewöhnlichen bloßen Absehen (nuda pinnacidia), Dioptern mit Fernröhren (dioptrae telescopicae) an die zur Winkelmessung bestimmten Werkzeuge angebracht. Es scheint dies zuerst 1669 bey seiner Gradmessung in Frankreich geschehen zu seyn. Auch D. Hook in England war auf den Gebrauch der Fernröhre und auf die Anwendung des Nonius gekommen, und schrieb über Hevels Werkzeuge, die noch bloße Absehen und Theilungen mit Transversallinien hatten, eine strenge Kritik (Animadversiones in primam partem machinae coel. Hevelii. Lond. 1674. 4.). Halley reisete deswegen im Jahre 1679 nach Danzig, um mit Heveln zu wetteifern, muste aber gestehen, daß seine teleskopischen Dioptern von des letztern bloßen Absehen übertroffen würden. Bey den jetzt bekannten Mitteln, die Fernröhre richtig anzubringen, sind ihre Vorzüge entschieden, und es werden jetzt schwerlich andere, als teleskopische Dioptern zu Winkelmessungen am Himmel gebraucht.

In neuern Zeiten ist man vorzüglich bemüht gewesen, die Theilungsmethoden des Limbus vollkommner zu machen, und es haben sich darinn die Engländer Graham und Bird besonders hervorgethan. Graham hat viel Werkzeuge für Ausländer, selbst für Franzosen, getheilt, unter andern den Sector, mit welchem Maupertuis in Lappland die Polhöhen zu seiner Gradmessung bestimmte, auch den, womit

Bradley beobachtete, und die Abirrung entdeckte, s. Abirrung des Lichts. Bird hatte für die Sternwarte in Greenwich den neuern Mauerquadranten von 8 engl. Fuß Halbmesser getheilt, der zu den Beobachtungen auf der Mitternachtsseite dient, da der ältere von Smith (Lehrbegrif der Optik, III. B. 7. Cap.) beschriebene zu Messungen auf der Mittagsseite gehört. Wegen seiner vortreflichen Methoden versprachen ihm die Commissarien zu Erfindung der Länge zur See 500 Pfund Sterling, unter andern mit der Bedingung, seine Kunstgriffe zu beschreiben und eidlich zu bestärken. Ein Theil dieser Beschreibung (The method of dividing astronomical instruments by *John Bird*. Lond. 1767. 4maj. übersetzt in Kästners astronomischen Abhdl. zweyte Samml. Göttingen, 1774. 8. S. 188 u. f.) verbessert noch einige Methoden Grahams, und eine andere Schrift (The method of constructing mural Quadrants etc. Lond. 1758. 4.) lehrt den Bau der Mauerquadranten an dem Beyspiele des zu Greenwich. Die Sternwarte zu Mannheim hat ohnlängst einen von Bird getheilten Mauerquadranten erhalten; und die zu Cassel einen von 6 pariser Fuß, 1 Zoll Halbmesser, der unter Herrn Matsko Aufsicht von einem dortigen Künstler Breithaupt getheilt ist.

Sonst findet man Nachrichten von Quadranten in besondern Schriften von Lowitz (Beschreibung eines Quadranten zur Sternkunde und zu Erdmessungen, Nürnb. 1751. 4.) und Ammann (Quadrans astronomicus nov. in specula Ingolstad. Augsp. 1770. 4.).

Daß das Bleyloth am beweglichen Quadranten durch die Nähe großer Berge merklich von der vertikalen Richtung abgezogen werde, ist beym Worte Gravitation (Th. II. S. 535.) mit Erzählung der Beobachtungen erwähnt worden.

Quadranten-elektrometer, s. **Elektrometer**.

Quadrat, elektrisches, **elektrische Platte**, **geladne Platte**, Quadratum electricum, Tabula electrica, *Carreau électrique*. So nennt man insgemein eine vierseitige dünne Tafel von Glas, Harz, Siegellak oder ei-

ner andern an sich elektrischen Substanz, welche auf beyden Seiten eine metallische Belegung hat; jedoch so, daß auf beyden Seiten am Rande ein Raum von wenigstens zween Zollen unbelegt gelassen ist. Daß man eine solche Tafel auf eben die Art, wie die gewöhnliche Verstärkungsflasche laden und entladen könne, ist schon bey dem Worte Flasche, geladne, erinnert worden. Die Erschütterung beym Entladen solcher Tafeln ist ausnehmend stark, und hat daher von den französischen Experimentatoren den Namen des Wetterschlags (*Coup-foudroyant*) erhalten.

Um den leidner Versuch auf diese Art anzustellen, darf man nur die eine Seite der Tafel mit der Erde, die andere mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine verbinden, und, wenn die Platte durch Drehung der Maschine geladen ist, eine leitende Verbindung der Belegungen beyder Seiten machen. Man kan z. B. das elektrische Quadrat auf eine Metallplatte legen, die durch eine Kette mit dem Conductor der Elektrisirmaschine verbunden, und auf einem Glasfuße isolirt ist. Legt man alsdann die Hand auf die obere Belegung des Quadrats, damit dieselbe nicht mehr isolirt sey, und dreht die Maschine, so wird die elektrische Platte eine sehr starke Ladung annehmen. Wollte man alsdann mit der andern Hand einen Funken aus dem Conductor oder der Kette ziehen, so würde die Platte augenblicklich mit einem starken Schlage durch den Körper entladen werden. Es ist aber nicht rathsam, sich selbst dieser starken Erschütterung auszusetzen. Man bedient sich daher lieber eines Ausladers, den man mit dem einen Knopfe auf die Platte aufsetzt, mit dem andern aber dem Conductor oder der Kette nähert, s. Auslader. Faßt man hingegen die Platte am unbelegten Rande und in gehöriger Entfernung von den Belegungen an, so kan man sie sicher abheben, und geladen von einem Orte zum andern bringen. Sie bleibt lange Zeit geladen, wenn keine leitende Verbindung beyder Seiten gemacht wird.

Diese belegten elektrischen Platten sind im Jahre 1747, bald nach Entdeckung des leidner Versuchs, zuerst in England von **D. Bevis** gebraucht worden. **Watson** erzählt

dies (Philos. Transact. num. 485. p. 93. sqq. §. XI.) mit der Bemerkung, eine solche Platte von 1 Quadratschuh belegter Fläche habe eben so stark explodirt, als eine gewöhnliche halbe Pinten-Flasche mit Wasser gefüllt. Man schloß daraus sehr richtig, daß die Stärke der Explosionen von der Größe der belegten Fläche abhänge, und nicht, wie man vorher geglaubt hatte, von der Masse der zur Belegung gebrauchten leitenden Materie. Priestley (Gesch. der Elektr. S. 62.) sagt, die Erfindung schreibe sich eigentlich von Smeaton her.

Bald nachher fielen auch Franklin (Briefe von der Elektr. übers. v. Wilke. Leipz. 1758. 8. S. 34 u. f.) und seine Freunde in Nordamerika darauf, runde Glasscheiben zu belegen. Sie legten eine solche Scheibe auf die Hand und oben darauf eine Bleyplatte, die sie elektrisirten, und den Finger dagegen brachten. Nachher legten sie die Glasscheibe zwischen zwo Bleyplatten, die ringsherum 2 Zoll kleiner waren, elektrisirten das obere Bley, trennten hierauf das Glas von dem Bley, und fanden, daß aus den elektrisirten Stellen der Scheibe Funken gelockt werden konnten, und daß die Erschütterung wieder erfolgte, wenn man die völlig von ihrer Elektricität befreyten Bleyplatten wieder an die Scheibe brachte und gehörig verband. Hieraus schloßen sie, daß die Ladung nicht in der Belegung, sondern in der Glasfläche, sey, und die Belegung blos als Armatur wirke. Franklin bediente sich nun der Glastafeln zu mancherley Versuchen, s. Zaubergemälde, setzte eine Batterie daraus zusammen, s. Batterie, elektrische, und gab dadurch Anlaß zu den Benennungen: elektrisches Quadrat, Franklins Quadrat, wofür einige Neuere besser den Namen Kleistische Platte setzen.

Da die Theorie dieser Platten völlig mit der von der leidner Flasche übereinstimmt, so kan ich mich deshalb ganz auf den Artikel Flasche, geladne beziehen. Daß aber die Platten mehr Wirkung thun, als runde Flaschen von gleich viel belegter Fläche, das beruht auf der Eigenschaft platter Flächen, nach welcher dieselben alle Wirkungen der elektrischen Vertheilung ungemein begünstigen, und daher

eine stärkere Ladung, als Flächen von anderer Gestalt, annehmen können, s. Spitzen. Es ist jedoch nicht zu läugnen, daß bey der Ladung weit mehr von der Dünne der elektrischen Substanz, als von ihrer Gestalt, abhänge.

Die Glasplatten werden insgemein mit Zinnfolie oder dünnen Goldblättchen belegt, die man mit Gummiwasser aufklebet. Die Belegung muß überall 1 — 2 Zoll weit vom Rande entfernt bleiben, damit keine freywillige Entladung erfolge. Platten von harzigen Materien, die sich leicht schmelzen lassen, z. B. von Harz, Siegellak ꝛc. belegt man am besten so, daß man zuerst ein Stück Zinnfolie von der gehörigen Größe und Gestalt auf eine Marmortafel legt, und die geschmolzene Masse darauf gießt. Diese wird dann mit einer Glasscheibe, oder einem andern ebnen und glatten Körper, darüber verbreitet und geglättet, darauf aber ein anderes gleiches Stück Zinnfolie mit einem heissen Eisen gelind angedrückt. Man kan solche Platten sehr leicht von der Marmortafel abnehmen, und einige derselben werden sehr gute Dienste, vielleicht noch bessere, als das Glas selbst, thun.

Um flüßige elektrische Körper zu belegen, nehme man eine irdene Schüssel mit flachem Boden, lege in dieselbe ein Stück Zinnfolie, das ringsum 1 Zoll schmäler ist, als der Boden der Schüssel, und stecke durch eine Oefnung im Boden einen dünnen Drath ein, der bis an die Zinnfolie reicht. Dann gieße man den elektrischen Körper, z. B. Oel, geschmolzenen Talg u. dgl. auf, und lasse eine messingne Platte, die mit der Zinnfolie einerley Größe hat, von dem Conductor der Elektrisirmaschine in die Schüssel bis an die Oberfläche des flüßigen Körpers herabhängen, so daß sie gerade über die Zinnfolie kömmt, und mit derselben parallel hängt. So läst sich der flüßige Körper laden, und zu Versuchen gebrauchen. Die Methode, eine Luftscheibe zu laden, ist in dem beym Worte Bliz (Th. I. S. 375.) beschriebenen Versuche enthalten.

Die merkwürdigsten Erscheinungen zeigen sich an den elektrischen Platten, wenn man mehrere derselben über einander legt, und wie eine einzige behandlet. Symmer

(Philos. Transact. Vol. LI. P. I. p. 366.) machte zuerst Versuche hierüber im Jahre 1759, welche von Beccaria und Cigna (Miscellan. Societatis Taurin. 1765. p. 31 sqq.) noch weiter getrieben wurden. Diese Versuche betrafen zum Theil die sonderbaren Phänomene geriebener seidner Bänder und Strümpfe, welche sich eben so, wie dünne elektrische Platten, verhalten: ich kan aber hier nur etwas weniges von den Glastafelu anführen.

Zwo Fensterscheiben, auf einer Seite belegt, und mit zusammengekehrten unbelegten Seiten, wie eine einzige, geladen, hiengen stark zusammen. Waren sie aber auf beyden Seiten belegt, so wurde jede besonders geladen und sie hiengen nicht zusammen.

Trennt man Platten, die nur auf einer Seite belegt, und zusammen geladen sind, von einander, so hat die eine auf beyden Seiten + E, die andere — E. Entladet man sie vorher durch eine Explosion, und sucht sie erst nachher zu trennen, so findet man ihren Zusammenhang noch stark; nach der Trennung aber hat jene auf beyden Seiten — E, diese + E. Legt man sie wieder zusammen, so hängen sie aufs neue an einander, und zeigen keine Elektricität: werden aber ihre Belegungen berührt, und dann die Platten wieder getrennt, so zeigen sie das vorige — E und + E wieder u. s. w. Man kan diesen Versuch wohl hundertmal wiederholen, und findet doch, aller aus den Belegungen gezognen Funken ohngeachtet, immer das vorige — E und + E wieder, ohne neue Elektricität zu erregen. Bey der Trennung zeigt sich im Dunkeln ein Licht zwischen beyden Platten.

Eben dies erfolgt, wenn eine auf beyden Seiten belegte Platte geladen, die eine Belegung weggenommen, eine unbelegte Platte darauf gelegt, und letztere auf der äussern Seite wieder belegt wird. Beyde Platten hängen zusammen, und zeigen getrennt auf beyden Seiten einerley E; aber nach vorhergegangner Explosion getrennt, die entgegengesetzten E. Ein Streifchen Papier zwischen beyde gelegt, bleibt bey der Trennnung nach dem Entladen an der ungeladnen Platte hängen, und wird bey der Wiederverei-

nigung losgerissen. In dieser Gestalt ist der Versuch schon 1755 von einem Jesuiten in Pekin (Nov. Comm. Petropol. To. VIII. p. 276.) angestellt worden, der ihn 500mal wiederholen konnte, ohne die Platte von neuem zu laden. Man sieht, daß dies alles den Phänomenen des Elektrophors sehr ähnlich ist; auch war es für den damaligen Zustand der Lehre von der Elektricität ganz unerklärbar, und Symmer ward dadurch veranlasset, zwo verschiedne einander anziehende elektrische Materien anzunehmen.

Beccaria suchte diese Erscheinungen in ein neues allgemeines Gesetz zusammenzufassen, dem er den Namen *Electricitas vindex* beylegte, s. Elektricität (Th. I. S. 744 u. f.). Inzwischen ward durch die Bemühungen der Herren Wilke und Aepinus die Lehre von den Wirkungskreisen und der Vertheilung der Elektricität mehr aufgeklärt. Wilke zergliederte den leidner Versuch genauer, und gab im Jahre 1762 (Schwed. Abhdl. 24ster Theil. S. 271 u. f.) eine Vorrichtung an, wodurch man die Belegungen einer Glastafel nach dem Laden und Entladen von der Tafel trennen, und alle Theile besonders untersuchen konnte. Bey diesen Versuchen, welche in der That schon die Idee vom Elektrophor enthalten, fand sich alles mit den allgemeinen Gesetzen der Wirkungskreise übereinstimmend. Diese Gesetze wurden nach und nach bekannter, und Volta, der sie sehr glücklich faßte, brachte noch den so natürlichen Begrif hinzu, daß ein E, sobald es auf ein anderes E wirkt, dadurch selbst beschäftiget und weniger sensibel wird, als wenn es unbeschäftigt oder frey ist; daher er es in diesem Zustande gebunden nennt. Diese Begriffe erklären die meisten der oben angeführten Phänomene, und machen den unrichtig ausgedrückten Grundsatz des Beccaria ganz entbehrlich. Volta kam, indem er sich dies zu zeigen bemühte, auf die Erfindung des Elektrophors, dessen Erklärung zugleich von den meisten der hier angeführten Phänomene Rechenschaft giebt.

Ich verweise hierüber, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Artikel Wirkungskreise, elektrische, und Elektrophor. Freylich bleibt noch mancher Umstand

dunkel, und am Ende sind die Erklärungen sämtlich nur aus den Gesetzen, nicht aus den physischen Ursachen, hergeleitet. Die ganze Lehre von den + E und — E, die sich binden und freylassen, ist nur Vortrag von Erfahrungen, die in einer bequemen Sprache ausgedrückt, sich unter wenige allgemeine Gesetze vereinigen lassen. Das muß aber dem Physiker schon genug seyn; er lernt doch dadurch gewisse Wahrheit, statt daß ihm die Untersuchung der Ursachen in Ungewißheit läst, s. **Phänomene.** Seitdem ich an diesem Wörterbuche arbeite, hat Herr de Lüc noch einen merkwürdigen Versuch gemacht, sich der Erforschung der Ursachen in dieser Lehre zu nähern. Etwas hievon habe ich schon bey dem Worte **Flasche, geladne,** (Th. II. S. 309.) beygebracht; ich werde aber bey dem Artikel, der den elektrischen Wirkungskreisen gewidmet ist, noch mehr aus seinem Werke anführen, und eine Anwendung davon auf die Phänomene der elektrischen Platten machen.

Daß sich übrigens nicht alle Arten von Glas hiebey auf völlig gleiche Art verhalten, bemerkt Henly (Philos. Transact. Vol. LXVII. for 1777. P. I. num. 8.). Holländische Glasplatten (Dutch-plates) übereinander gelegt, wie eine einzige geladen, und auseinander genommen, hatten jede eine positive und eine negative Seite: wurden sie wieder auf einander gelegt, und nach dem Entladen aus einander genommen, so hatte sich die Elektricität einer jeden Seite in die entgegengesetzte verwandlet. Legt man eine reine und trokne Platte englisches Spiegelglas (looking-glass) zwischen zwo Platten von Spiegelglas oder Crownglas, welche nachher belegt, geladen und aus einander genommen werden, so ist die mittlere Platte auf beyden Seiten negativ. Legt man sie aber zwischen zwo holländische Platten, und verfährt, wie vorher, so sind sowohl die äussern Platten, als die mittlere, auf einer Seite positiv, auf der andern negativ. Doch bemerkt er im folgenden, man müsse die holländischen Platten, wenn der Versuch gelingen solle, nach dem Laden nicht gleich aus einander nehmen, sondern eine Zeitlang warten. Er schreibt das besondere Verhalten dieses Glases der Ungleichförmigkeit seiner Masse zu.

Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz, Berlin u. Strals. 1772. gr. 4. S. 169 u. f.

Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. 3te Aufl. Leipzig, 1785. 8. S. 202, 250 u. f.

Quadratur, Quadratschein, Geviertschein,

Quadratura, Adspectus quadratus, *Quadrature*, *Opposition quadrate.* Man giebt diese Namen der Stellung zweener Planeten, deren Längen sich um den vierten Theil des Kreises, oder um 90° unterscheiden, s. Aspecten.

Insbesondere nennt man **Quadraturen** der obern Planeten die Stellungen, in welchen sie der Länge nach 90° weit von der Sonne abstehen. In diesen Stellungen gehen sie ohngefähr 6 Stunden vor oder nach der Sonne durch den Mittagskreis, und sind entweder in der ersten, oder in der letzten Helfte der Nacht sichtbar. Der Lauf der Erde um die Sonne geht alsdann in einer Richtung, die gerade auf den Planeten zu, oder gerade von ihm hinweg führt; daher wird der scheinbare Lauf des Planeten um diese Zeit am wenigsten von der Bewegung der Erde geändert, und kömmt seiner mittlern Bewegung am nächsten.

Bey den untern Planeten lassen sich keine Quadraturen gegen die Sonne gedenken, weil sie sich nie 90° von ihr entfernen, s. Venus, Merkur.

Beym Monde nennt man **Quadraturen** oder **Viertel** (*Quadratures*, *Quartiers*) ebenfalls die Erscheinungen in den Stellen, wo er der Länge nach um 90° vom Orte der Sonne absteht. In diesen Stellen erscheint der Mond, als eine halbe Scheibe (luna dichotoma), und der helle Theil ist vom dunkeln durch eine gerade Linie getrennt, s. Mondphasen. Im **ersten Viertel** erscheint der zunehmende Mond etwa 7 Tage nach dem Neumonde, und ist alsdann in der ersten Helfte der Nacht sichtbar, bis er um Mitternacht untergeht. Im **letzten Viertel** zeigt er sich während seines Abnehmens, etwa 7 Tage nach dem Vollmonde, geht alsdann um Mitternacht auf, und ist in der letzten Helfte der Nacht sichtbar.

Qualitäten, Eigenschaften, Beschaffenheiten der Körper, Qualitates s. Proprietates corporum, *Qualités ou Proprietés des corps.* Alles, was an einem Körper in die Sinne fällt, und dadurch einen Begrif erweckt, kan eine Qualität oder Eigenschaft des Körpers genannt werden. In diesem Sinne des Worts sind Härte, Leuchten, Bitterkeit u. s. w. Qualitäten der Körper, weil sie durch Gefühl, Gesicht, Geschmack in uns Empfindungen erregen und Begriffe erwecken.

Vergleicht man diese Definition mit der Erklärung des Worts **Phänomene**, so wird man beyde ziemlich übereinstimmend finden. Jede Einwirkung des Körpers auf unsere Sinne ist auch im Grunde ein Phänomen oder eine Naturbegebenheit; und so ist zwischen Phänomenen und Qualitäten der einzige Unterschied dieser, daß man **Phänomen** das nennt, was wir durch die Sinne empfinden, **Qualität** oder Eigenschaft aber das, was wirklich im Körper vorhanden seyn und die Ursache unserer Empfindung enthalten soll.

Nun ist zwar jeder Mensch geneigt, das, was ihm seine Sinne darstellen, für wirklich zu halten, und also in den Körpern selbst etwas anzunehmen, was seinen Empfindungen von denselben analog ist. Man schreibt in allen Vorfällen und Handlungen des Lebens dem Zeugniße der Sinne die gröste Evidenz zu, und gewöhnt sich dadurch, von Erscheinungen ohne alles Bedenken auf übereinstimmende Wirklichkeiten zu schließen. Aber diese Schlußart, die für das gemeine Leben so zureichend und unentbehrlich ist, würde bey der wissenschaftlichen Untersuchung der Natur zu den gröbsten Irrthümern verleiten. Der Physiker muß sich zwar ebenfalls an den allgemeinen sinnlichen Schein halten, s. Materie; aber er darf doch nie vergessen, daß derselbe nur Schein ist; er darf also nicht jedes Phänomen für eine wirkliche Qualität der Körper erklären, weil das Wesen der letztern gar leicht etwas anders seyn könnte, als es uns zu seyn scheint. Man geht daher immer sicherer, wenn man mehr von Phänomenen, als von Qualitäten spricht, wenigstens

sich immer erinnert, daß von Eigenschaften und Beschaffenheiten nicht anders, als nach dem allgemeinen sinnlichen Scheine, geredet werden könne.

Erscheinungen, welche wir an allen Körpern bemerken, allgemeine Phänomene der Körper, erwecken in uns den Begrif allgemeiner Eigenschaften der letztern (qualitates corporum universorum, primariae, Attributa corporum). Unter diesen sind Ausdehnung und Undurchdringlichkeit mit dem Begriffe des Körperlichen nothwendig verbunden; sie machen gleichsam die Bestandtheile aus, in welche sich dieser Begrif selbst zerlegen läst. Diese heissen daher wesentliche Eigenschaften (qualitates essentiales). Die übrigen allgemeinen Eigenschaften, nemlich Härte, Theilbarkeit, Trägheit, Anziehung würde ich lieber allgemeine Phänomene der Körper nennen. Andere Erscheinungen, welche sich nur an Körpern von gewisser Art oder in gewissen Zuständen zeigen, führen auf die Begriffe von abgeleiteten oder zufälligen Eigenschaften (qualitates secundariae, proprietates corporum), z. B. Elasticität, Sprödigkeit, Festigkeit, Flüßigkeit, Wärme, Kälte, Farbe u. s. w. s. **Körper**. Was nun dasjenige, das diese Erscheinungen hervorbringt, in den Körpern eigentlich sey, oder worinn die Qualitäten beruhen, ist in den meisten Fällen unbekannt, weil wir nur das Kleid der Dinge, nicht die Dinge selbst, sehen.

Die meisten Schriftsteller unterscheiden Qualität und Quantität als solche Begriffe, die gar nichts mit einander gemein haben sollen. Man hat durch diesen Unterschied sogar die Grenzen zwischen dem Gebiete der eigentlichen Physik und der angewandten Mathematik bestimmen wollen, s. **Physik**. Wenn nun der Begrif von Größe oder Quantität auf der Möglichkeit des Mehrern und Mindern beruht, so kan zu den Qualitäten oder Beschaffenheiten in diesem Sinne nur dasjenige gerechnet werden, wobey kein Mehreres und Minderes statt findet. Für solche Qualitäten erklärt **Newton** nur die allgemeinen Eigenschaften der Körper, noch überdies mit Ausschluß der Anziehung (Qualitates corporum, *quae intendi et remitti nequeunt*, quae-

que corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt — Attamen Gravitatem corporibus essentialem esse, minime affirmo — Gravitas recedendo a terra *diminuitur*. Princip. L. III. Regula philos. 4.). Auch wird die Ausdehnung selbst Größe, sobald man sie begrenzt denkt; mithin bleiben ausser der Undurchdringlichkeit, Härte, Theilbarkeit und Trägheit weiter keine Beschaffenheiten der Körper übrig, bey denen es nicht auf Begriffe von Mehrerm und Mindern, von gewissen Stufen und Grenzen, ankäme. Man darf nur statt Beschaffenheiten das Wort: Phänomene setzen, um dies noch deutlicher zu übersehen. Wie arm an nützlichen Wahrheiten würde eine Wissenschaft seyn, die sich nach Absonderung aller Betrachtungen der Größe blos mit Erklärungen aus diesen Qualitäten beschäftigte? Ich glaube daher nicht, daß dieses Entgegensetzen der Qualität und Quantität bey einer guten Classification der Naturwissenschaften könne zum Grunde gelegt werden. Das Eigenthümliche der Physik besteht vielmehr in Erklärung der Phänomene, entweder aus ihren Ursachen, oder wo dies nicht angeht, wenigstens aus allgemeinern Phänomenen, oder Naturgesetzen, zu welchen die Eigenschaften der Körper selbst mit gehören. Solcher Erklärungen aber lassen sich ohne Betrachtung der Größe ungemein wenige geben.

Die scholastisch-aristotelische Physik, die überhaupt großentheils in dunkler Terminologie bestand, trieb mit dem Worte Qualitäten einen ungemeinen Mißbrauch. Wenn man von einem Phänomen oder von einer Classe derselben keine weitere Ursache angeben konnte, so legte man den Körpern, die diese Phänomene zeigten, eine besondere Kraft oder Eigenschaft bey, für die man bald einen Namen fand, und aus der man nur die Erscheinungen, wie Wirkungen aus ihrer Ursache, zu erklären glaubte. So entstand eine Menge Namen von Eigenschaften der Körper, welche in mehrere Classen abgetheilt wurden, worunter immer eine wiederum Ursache der andern seyn sollte. Wärme und Kälte z. B. wurden als erste Qualitäten angesehen,

welche Ursachen der Feuchtigkeit und Trockenheit, als zweyter Qualitäten, seyn sollten. Das Licht hieß eine Qualität der Körper, und man stritt, ob es zu den substantiellen oder accidentellen Eigenschaften gehöre. Eine gewisse Classe solcher Kräfte, von denen sich weiter keine Ursache angeben ließ, führte den Namen der **verborgenen Eigenschaften** (qualitates occultae). Die Abneigung der Natur gegen die Leere (vis attractiva ex metu vacui), und die plastische Kraft, aus welcher man die Entstehung der Formen organisirter Körper erklärte, sind Beyspiele hievon. Zwar hatten schon die griechischen Weltweisen solche seelenartige Kräfte (ποιοτητας, welches Cicero durch qualitates übersetzt) nicht als Beschaffenheiten der Körper, sondern als Ausflüße des Weltgeistes in den Theilen der Körper angenommen, s. **Materie**. Die Scholastiker aber bildeten daraus eine Physik, welche die tiefste Unwissenheit unter leeren Worten verbarg, dennoch aber den Eigendünkel nährte, von der Erfahrung abzog und in unabsehliche logische und metaphysische Streitigkeiten verwickelte.

In diesen traurigen Zustand war die Naturlehre blos durch den Fehlschluß versunken, daß alle Erscheinungen der Körper etwas eignes in denselben vorhandenes voraussetzten, das mit den Erscheinungen völlig homogen sey. Man sahe das Wasser in die leeren Räume der Spritzen und Pumpen dringen, und schloß, es sey eine eigne Kraft in demselben, leere Räume auszufüllen. Man legte diese Kraft der ganzen Natur bey, weil man fand, daß auch andere Körper gegen leere Räume getrieben wurden. Man hielt die Farbe, die man am Körper sahe, für eine eigne mit der Farbe ganz übereinstimmende Beschaffenheit des Körpers oder der Oberfläche selbst u. s. w. Die Experimentaluntersuchung zerstörte endlich dieses scholastische Gebäude, und bewieß, wie übereilt es sey, vom Scheine auf gleichartige Wirklichkeit zu schließen.

Unter diesen verborgnen Eigenschaften der Scholastiker hatte sich auch eine sogenannte **anziehende Kraft** befunden, die von **Descartes** mit den übrigen verborgnen Qualitäten aus der Physik verbannt worden war. Als nun

Newton sein System der Gravitation bekannt machte, glaubten die Anhänger des Descartes, in demselben diese scholastische Qualität von neuem aufleben zu sehen. Auch verwandlet sich die newtonische Gravitation in eine solche Qualität, sobald man sie als letzte Ursache der Erscheinungen betrachten und für eine wesentliche Eigenschaft der Materie annehmen will. Einige Schüler Newtons waren so kühn, dieses zu thun, und haben dadurch dem Fortgange der guten Sache eine lange Zeit geschadet, s. Attraction, Gravitation. Endlich ward man durch allzuviel Erfahrungen überzeugt, daß sich die Gravitation, als allgemeines Phänomen, gar nicht in Zweifel ziehen lasse, und daß der Name gleichgültig sey, wenn man sich nur nicht einbilde, dadurch die Sache selbst zu kennen. Man braucht also die Gravitation ohne Bedenken als Benennung eines durch unzählbare Erfahrungen bewiesenen Naturgesetzes, gesteht aber aufrichtig, daß man damit noch nicht glaube die letzte Ursache angezeigt zu haben. Eine völlig gleiche Bewandniß hat es mit den chymischen Verwandtschaften, mit dem Anziehen und Zurückstoßen elektrischer und magnetischer Wirkungskreise rc. und am Ende mit den allermeisten Naturgesetzen, welche eine große Menge von Phänomenen zusammenfassen. Die Gesetze selbst sind aus der Erfahrung unwidersprechlich erwiesen: die Namen Gravitation, Verwandtschaft, Anziehen, Zurückstoßen, Binden, Freylassen u. s. w. sind unentbehrlich, um die Gesetze auszudrücken; aber diese Namen für das Wesen der Sache selbst, für wirkliche mit den Erscheinungen homogene Eigenschaften der Materie ansehen und die letzten Ursachen der Naturbegebenheiten in ihnen suchen, das hieße ganz im Geiste der scholastischen Physik erklären.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. I. §. 41 sqq.

Quecksilber, Mercurius, Hydrargyrus, Argentum vivum, *Mercure*, *Vif-argent*. Ein im Feuer nicht beständiges, bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre schon flüßiges Metall, von einer sehr glänzenden Silberfarbe. Seine Flüßigkeit im gewöhnlichen Zustande hindert, die Begriffe von Dehnbarkeit und Zähigkeit dar

auf anzuwenden, daher es auch sonst zu den undehnbaren oder Halbmetallen gerechnet ward. Seitdem man es im festen Zustande beobachtet, und unter dem Hammer streckbar gefunden hat, wird es allgemein zu den Metallen gerechnet.

Das Quecksilber ist unter allen Metallen nächst der Platina und dem Golde das schwerste. Sein eigenthümliches Gewicht ist 13,590 — 14mal größer, als das Gewicht des Wassers: Quecksilber, welches **Boerhaave** durch 511 Destillationen gereinigt hatte, soll nach **Muschenbroek** sogar ein eigenthümliches Gewicht von 14,110 gezeigt haben. Es ist also die schwerste flüßige Materie, mit welcher sich bey der gewöhnlichen Wärme der Luft Versuche anstellen lassen.

Die ungemeine Leichtflüßigkeit oder Schmelzbarkeit dieses Metalls, vermöge welcher es auch bey großer Kälte noch flüßig bleibt, verleitete sonst zu glauben, es sey wesentlich flüßig, und lasse sich im metallischen Zustande nie als ein fester Körper darstellen. Endlich lehrten die im Jahre 1759 angestellten Versuche der Akademisten zu Petersburg, besonders des Professors **Braun**, das Gegentheil, indem sie bewiesen, daß zum Festwerden des Quecksilbers nichts weiter, als ein hinreichender Grad der Kälte gehöre. Die Umstände dieser Versuche sind bey dem Worte **Gefrierung** angeführt. Man irrte sich jedoch damals über den hiezu nöthigen Grad der Kälte, indem man diesen Grad aus der Zusammenziehung des Quecksilbers selbst schloß, welche im Augenblicke des Festwerdens ungewöhnlich stark wird, ohne darum eine größere Kälte anzuzeigen. Dieser Umstand veranlaßte die Bestimmung des Gefrierpunkts vom Quecksilber auf 500 Grad der delislischen oder — 352 der fahrenheitischen Scale. Neuere Versuche aber, welche bey dem Worte **Gefrierung** nachzusehen sind, haben gezeigt, daß das Quecksilber schon bey einer Kälte fest werde, welche durch — 39 Grad der fahrenheitischen Scale (d. i. 32 Grad nach Reaumür, und 210 Grad nach de l'Isle) ausgedrückt wird.

In diesem festen Zustande gleicht das Quecksilber dem feinsten polirten Silber, läßt sich hämmern und mit dem

Messer schneiden, und giebt einen dumpfen Schall, wie das Bley. Durch einen Fall von drey Schuh Höhe wurde eine kugelförmige Masse desselben platt. Auch schien es biegsamer, als Bley und reines Gold (Nov. Comment. Acad. Petropol. To. XI, p. 302 sqq.).

Im gewöhnlichen Zustande ist dieses Metall, wenn man es wohl gereiniget hat, ungemein flüßig und theilbar. Es läst sich in sehr feine Theilchen zertrennen, welche die genauste Kugelgestalt annehmen. Man kan es durch die engsten Zwischenräume gewisser Körper, besonders des weichen Leders, durch bloßes Drücken oder Quetschen hindurchtreiben, und bedient sich dieses Mittels gewöhnlich, um es von dem Staube und Schmutze zu reinigen, der sich an seine Oberfläche, wenn sie der Luft ausgesetzt ist, häufig anhängt, und den natürlichen Glanz derselben verdunkelt. Nach dieser Reinigung erhält es diesen vorzüglich schönen Glanz wieder, und zeigt eine ungemeine Flüßigkeit und Beweglichkeit. Seine Theile scheinen sich stark untereinander anzuziehen; daher es in irdenen, gläsernen und andern Gefäßen, an deren Substanz es nicht anhängt, eine convexe Oberfläche annimmt, und in Haarröhrchen niedriger steht, als ausser denselben, s. Haarröhren.

Seine Flüchtigkeit ist so groß, daß es bey einer Wärme von 600 Grad nach Fahrenheit kocht, und sobald man diese verstärkt, in Dämpfe verwandlet wird, ohne jedoch seine metallischen Eigenschaften zu ändern. Denn diese Dämpfe in verschloßnen Gefäßen aufgefangen, zeigen sich, sobald sie kühler werden, als Quecksilber wieder. Diese Unveränderlichkeit beym Destilliren ist so groß, daß **Boerhaave** 18 Unzen Quecksilber nach 511 Destillationen weiter nicht verändert fand, als daß sie reiner, mithin flüßiger und specifisch schwerer waren.

Geringere Grade der Wärme thun weiter keine Wirkung auf das Quecksilber, als daß sie es, wie andere Körper, ausdehnen. Diese Ausdehnung schreitet hier in einem so regelmäßigen, dem Zunehmen der Wärme selbst proportionirten Gange fort, daß man vornehmlich aus dieser Ursache das Quecksilber für die schicklichste Materie zur Mes-

sung der gewöhnlichen Grade fühlbarer Wärme erkennen muß, wozu es auch seit Fahrenheits Zeiten allgemein gebraucht wird, s. Thermometer. Die Versuche haben gelehrt, daß es durch Veränderung der Wärme vom Eispunkte bis zum Siedpunkte des Wassers, um 0,014 seines Volumens ausgedehnt wird.

Es ist sehr schwer, dieses Metall zu verkalken, weil es bey jeder seinen Siedpunkt übersteigenden Hitze sogleich verflüchtiget wird, und im freyen Feuer ganz verlohren geht. Setzt man es aber in einem nicht genau verschloßnen Glase, wozu die Luft noch einigen Zutritt hat, mehrere Monate oder Jahre lang der Hitze, worinn es blos siedet, aus, so verwandlet es sich endlich in ein hochrothes glänzendes Pulver, welches sehr uneigentlich **für sich niedergeschlagnes Quecksilber** (Mercurius praecipitatus per se), besser **ohne Zusatz bereiteter Quecksilberkalk** genannt wird. Daß man diesem Quecksilberkalke in verschloßnen Gefäßen durch die bloße Hitze ohne Zusatz von Phlogiston die metallische Gestalt wiedergeben könne, und dabey sehr viel reine Luft erhalte, ist schon bey dem Worte **Gas, dephlogistisirtes** (Th. II. S. 373.) bemerkt worden. Dieser Kalk ist weit feuerbeständiger, und um ein Zehntheil schwerer, als das Quecksilber, woraus er bereitet ist.

Die Vitriolsäure löset eigentlich nur verkalktes Quecksilber auf, also das rohe nur, wenn sie sehr concentrirt ist, und mit Hülfe der Hitze. Die Auflösung giebt abgeraucht den **Quecksilbervitriol**, der ganz trocken in heisses Wasser geworfen, ein schwefelgelbes Pulver, den **mineralischen Turbith**, fallen läßt.

Die Salpetersäure hingegen löset das Quecksilber ungemein leicht, und im Kühlen ohne merkliches Brausen, auf. Aus dieser Auflösung wird es vom fixen Laugensalze gelb, vom flüchtigen grau, von der Vitriolsäure oder vitriolischen Mittelsalzen als ein Turbith, von der Salzsäure, die sich damit verbindet, als **weißes Quecksilberpräcipitat**, vom Kupfer in metallischer Gestalt niedergeschlagen. Wird bey der Auflösung starke Hitze angewendet, so entwickelt sich eine ansehnliche Menge nitröses Gas, die Auf-

lösung wird sehr scharf, und es ändern sich die Farben der Niederschläge. Läßt man die salpetersaure Quecksilberauflösung bis zur Trockenheit abdampfen, so erhält man ein weißes Salz, das über dem Feuer eine große Menge Salpeterluft giebt, und seine Farbe stufenweis durch Gelb und Orange bis zum hohen Roth ändert. Alsdann heist es, wieder sehr uneigentlich, rothes Präcipitat (Mercurius praecipitatus ruber), zeigt keine Spur von Salpetersäure mehr, und ist in seinen Eigenschaften dem ohne Zusatz bereiteten Quecksilberkalke ähnlich.

Die Salzsäure greift das Quecksilber nur im dephlogistisirten Zustande an. Beyde als Dämpfe verbunden, geben den ätzenden Sublimat (Mercurius sublimatus corrosivus), der wegen seiner äusserst ätzenden Beschaffenheit unter allen Giften das schrecklichste ist. Diese grosse Aetzbarkeit mag wohl daher rühren, weil sich die Salzsäure des Sublimats noch im dephlogistisirten Zustande befindet, und daher das Phlogiston aus allen Körpern mit großer Gewalt an sich reißt, s. Kausticität. Die gewöhnliche Bereitung des Sublimats geschieht so, daß man 2 Theile von der zur Trockne abgedunsteten salpetersauren Quecksilberauflösung, 3 Theile calcinirten Eisenvitriol und eben soviel Küchensalz zusammen sublimirt. Durch die Wirkung des Feuers geht die Salpetersäure davon, die Vitriolsäure aber verbindet sich mit dem Alkali des Küchensalzes, und macht davon die Salzsäure los, welche sich mit dem freygewordenen Quecksilber in Dampfgestalt vereiniget. Durch eine neue Sublimation mit mehr Quecksilber verliert der ätzende Sublimat seine zerfreßende Eigenschaft, und verwandlet sich in das versüßte Quecksilber (Mercurius sublimatus dulcis), welches im Wasser fast unauflöslich, weniger flüchtig und ohne Geschmack ist.

Mit dem Schwefel läßt sich das Quecksilber schon durch bloßes Zusammenreiben, noch besser aber durch Schmelzung des Schwefels, vermischen. Man erhält dadurch ein schwarzes Pulver, den mineralischen Mohr oder Quecksilbermohr (Aethiops mineralis). Die Sublimation dieses Mohrs vereiniget beyde Materien noch genauer, und

bildet den **Zinnober**, eine dunkelrothe nadelförmig-angeschossene Masse, welche durchs Feinreiben eine sehr schöne rothe Farbe erhält. Dieser künstliche Zinnober ist dem natürlichen vollkommen ähnlich; nur hat der letztere eine höhere Farbe, welche von einem geringern Verhältniße des Schwefels herrührt.

Das Quecksilber ist im Zinnober mit dem Schwefel so genau verbunden, daß die bloße Wirkung des Feuers diese Verbindung nicht zu trennen vermag. Setzt man aber ein Zwischenmittel hinzu, das mit dem Schwefel mehr Verwandtschaft hat, z. B. Kalkerden, fixe Laugensalze, Eisen, Kupfer, Bley, Spießglaskönig, so läßt sich das Quecksilber durch die Destillation abscheiden, und geht in metallischer Gestalt über, indem der Schwefel mit dem Zusatze verbunden, in der Retorte zurückbleibt. Diese Arbeit heißt das **Lebendigmachen des Quecksilbers** (Revivificatio Mercurii). Man sieht dieses aus dem Zinnober wieder lebendig gemachte Quecksilber mit Recht als das reinste an, dessen man sich in der Arzneykunde, den Künsten, und bey den physikalischen Versuchen überall, wo reines Quecksilber erfordert wird, bedienen muß.

Gegen erdigte Substanzen und Metallkalke verhält sich das Quecksilber, wie jedes geschmolzene Metall; es läßt sich nemlich auf keine Weise mit ihnen in Verbindung bringen. Ganz leicht aber verbindet es sich mit den Metallen selbst, und am leichtesten mit dem Golde und Silber, s. **Amalgama**. Man nennt die Verbindung oder Auflösung eines Metalls mit Quecksilber das **Verquicken** (Amalgamatio). Sie geschieht entweder durch bloßes Zusammenreiben in einem gläsernen oder steinernen Mörsel, oder durch Schmelzung des Metalls und Zumischung des Quecksilbers. Mit dem Kupfer geht diese Verbindung schwer von statten, noch schwerer und unvollkommner mit dem Spießglaskönig, Eisen und Arsenikkönig, und beym Nickel- und Kobaltkönig scheint sie gar nicht statt zu finden. Man bedient sich der Verquickung des Zinns zu Belegung der Glasspiegel, und der des Goldes und Silbers zu den Vergoldungen und Versilberungen im Feuer.

Um Gold und Silber aus Steinarten abzuscheiden, worinn sie sich eingesprengt befinden, werden die Erze, nachdem sie gepocht und gewaschen sind, in den Quickmühlen mit Quecksilber und Wasser gemahlen. Von dem erhaltenen Amalgama wird der gröste Theil des Quecksilbers vermittelst des Durchpressens durch Leder, wobey die andern Metalle nicht mit durchgehen, wieder abgesondert, und das übrige durch eine Destillation abgeschieden. So werden diese Metalle schon längst aus den reichen Gold- und Silbergruben im spanischen Amerika erhalten, und es ist allgemein bekannt, mit welchem Vortheile Herr von Born diese Behandlung, die den Namen der Quickarbeit führt, neuerlich in den Bergwerken der kaiserlich-königlichen Staaten nachgeahmt hat.

Das Quecksilber wird oft mit Bley oder Zinn, womit es sich so leicht verbinden läst, verfälscht. Man reinigt es davon, wenn man es durch Leder preßt. Der Wismuth aber hat die Eigenschaft, das im Quecksilber enthaltene Bley und Zinn so fein zu zertheilen, daß es mit durch die Zwischenräume des Leders durchgeht. In diesem Falle muß man sich der Destillation bedienen; denn daß auch hiebey das Quecksilber andere Metalle mit sich überführe, ist wenigstens noch nicht erwiesen. Das sicherste bleibt immer, sich des aus Zinnober lebendig gemachten Quecksilbers zu bedienen.

Durch Zusammenreiben mit fetten und ölichten Materien zertheilt sich dieses Metall sehr fein, und vereinigt sich mit dem Fette so, daß es dem Scheine nach ganz verschwindet, und eine Masse von schwärzlicher Bleyfarbe, die Quecksilbersalbe, ausmacht. Es geht dabey nicht blos eine feine mechanische Zertrennung, sondern zum Theil eine eigentliche chymische Verbindung und Veränderung der gemischten Stoffe vor.

Man findet das Quecksilber zuweilen rein und gediegen, theils lebendig und fließend, theils in Schiefern und anderm Gestein eingesprengt, wie z. B. in Idria im Herzogthum Krain, bey Montpellier, Florenz ꝛc. Mit dem gediegnen Quecksilber finden sich zuweilen Wismuth und

Silber amalgamirt. Die gröste Menge des Quecksilbers aber ist in der Erde durch Schwefel vererzet, und erscheint also als Bergzinnober theils locker, theils verhärtet, unter mancherley Gestalten und Farben, nach Beschaffenheit der übrigen Beymischungen. Man findet es auch mit der Vitriol- und Salzsäure zugleich verbunden in kleinen würflichten Krystallen, welche einen Spiegelglanz haben, und sich im Wasser auflösen, als Hornquecksilber oder gediegnen Sublimat (s. *Peter Woulfe* in d. Philos. Transact. Vol. LXVI. Part. 2. übers. Versuche über die innere Mischung einiger Mineralien, Leipzig, 1778. 8.).

Ausser dem häufigen Gebrauche, der vom Quecksilber und seinen Bereitungen in der Arzneykunde und den Künsten gemacht wird, ist dieses Metall auch dem Physiker zu Veranstaltung vieler Versuche und Abmessungen wichtig. Als die schwerste flüßige Materie giebt es ein bequemes Mittel, die Größe des Drucks anderer Flüßigkeiten, und besonders des Luftkreises, durch eine Säule von mäßiger Höhe abzumessen, s. Barometer; weil es starke Veränderungen der Wärme ohne sonderliche Unregelmäßigkeiten seiner Ausdehnung aushält, und sich nach gehöriger Reinigung fast immer gleich ist, giebt es ein schickliches Maaß der fühlbaren Wärme ab; und die Unauflöslichkeit in einigen Säuren, die es im metallischen Zustande zeigt, macht es geschickt, saure Gasarten zu sperren, die sich mit dem Wasser vermischen würden. Da es also für den Physiker sehr wichtig ist, reines Quecksilber zu besitzen und zu erhalten, so will ich noch etwas von den Reinigungsmitteln desselben beyfügen.

Die Kennzeichen eines reinen Quecksilbers sind: 1. Wenn es sich auf reinem Papier vollkommen flüßig zeigt, und in völlig runde Kügelchen zertheilt, ohne anzuhängen, oder Schmutz zurückzulassen. Das mit andern Metallen verfälschte Quecksilber fließt nicht so willig; die Theile sind nicht rund, sondern ziehen gleichsam einen Schweif nach sich. 2. Wenn es kein trübes oder farbiges Häutchen auf der Oberfläche zeigt. 3. Wenn es mit Wasser im Mörsel gerieben, das Wasser nicht schmutzig macht. 4. Wenn es

in einem eisernen Löffel über Kohlen gehalten, bis zum Kochen nicht brauset und ausspritzt. 5. Wenn es in Salpetersäure oder Scheidewasser aufgelöset, keinen schmutzigen Bodensatz macht.

Um das Quecksilber von Staub und Schmutz zu reinigen, drückt man es durch Leder, oder wäscht es auch mit wohl rectificirtem Weingeist, und wenn sich alkalische Materien darunter befinden, mit Weinessig ab. Fette Materien hinwegzunehmen, dient das Waschen mit Seifenwasser, oder einer scharfen Lauge. Ist es mit Bley oder Wismuth verfälscht, so kan man es kaum anders, als durch die Destillation reinigen. Die beste Methode hiezu ist, es durch Zusammenreiben mit Schwefel in einen mineralischen Mohr zu verwandlen, und denselben mit einem Zusatze von doppelt so viel ungelöschtem Kalk der Destillation zu unterwerfen, wodurch man das lebendiggemachte Quecksilber wiedererhält. Priestley empfiehlt statt dieses etwas umständlichen Verfahrens ein kürzeres, nemlich das Quecksilber in einer gläsernen Flasche zu schütteln, wobey es gemeiniglich eine schwarze bleyische Materie absetzt, und mit diesem Schütteln anhaltend und stark so lange fortzufahren, bis es in der Flasche, wie Schrot, rasselt und nichts mehr absetzt.

In den Barometerröhren muß auch das Quecksilber von der Luft, die sich theils beym Einfüllen dazwischen mengt, theils am Glase anhängt, nothwendig durch Kochen befreyt werden, s. Barometer (Th. I. S. 254 u. f.).

Macquer chymisches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Quecksilber.

Brisson Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Mercure.*

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipz. 1786. gr. 8. §. 136 u. f.

Quellen, Fontes, *Sources*, *Fontaines*. Diesen Namen führen die Ausgänge oder Ausbrüche des unter der Erdfläche befindlichen Wassers, aus welchen dasselbe hervorbringt, und durch seinen Fortgang und sein Zusammenfließen Bäche und Flüsse bildet. Da das Wasser beym Fort-

gange auf der Oberfläche blos den Gesetzen der Schwere folgt, so müssen die Orte, wo Bäche und Flüße aus Quellen entspringen, sämtlich weit höher, als das Meer, liegen. Auch finden sich alle Quellen an Bergen, wenigstens doch an sanft aufsteigenden Anhöhen.

Dem Meere wird der Verlust, den es durch die Ausdünstung unaufhörlich leidet, von den Flüßen wieder ersetzt; diese aber erhalten die erstaunliche Menge von Wasser, die sie dem Meere zuführen, gröstentheils aus den Quellen. Hiedurch entsteht eine Art von Kreislauf des Wassers, wobey nur noch die wichtige Frage übrig bleibt, woher die Höhen den Zugang von Wasser bekommen, durch den ihre Quellen hervorgebracht und unterhalten werden. Da das Wasser, als eine schwere flüßige Materie stets die niedrigsten Stellen sucht, so bedarf es besondere Veranstaltungen der Natur, um solche Mengen desselben, als von den höchsten Gegenden unabläßig ausgetheilt werden, bis an die Orte der Quellen zu erheben. Diese Frage über den Ursprung der Quellen ist sehr verschieden beantwortet worden.

Aristoteles (Meteor. L. I. cap. 13.) führt schon mehrere Meinungen hierüber an, scheint aber doch derjenigen den Vorzug zu geben, nach welcher Berge und hohe Orte das Regenwasser und andere wäßrichte Theilchen einziehen, und in Behälter einschließen. Er setzt noch hinzu, daß vielleicht auch die Luft dieser Behälter mit in Wasser verwandlet werde. **Seneca** (Quaest. natur. L. III. c. 9.), der eben dieses annimmt, fügt sogar eine Verwandlung der Erde in Wasser hinzu, um den reichlichen Zugang der Quellen noch begreiflicher zu machen. **Lukrez** (De natur. rer. VI. v. 633 sq.) leitet die Entstehung der Flüße aus einem Durchseihen des Meerwassers her. **Vitruv** aber (De architectura, L. VIII. cap. 1.) sucht den Ursprung der Quellen blos in dem Regen- und Schneewasser, welches in die Erde so lang eindringe, bis es durch Stein- Erz- oder Thonlager aufgehalten und genöthiget werde, seitwärts abzuflie-ßen, und sich Oefnungen nach aussen zu machen. Oft könne sich das Regenwasser auf den Bergen sammlen und eine Zeitlang aufhalten, wodurch das tiefere Eindringen beför-

dert werde: dies gelte auch vom Schnee, der sich besonders auf den Bäumen der Gebirge häufig ansammle, und nur langsam schmelze.

Diese Meinung des Vitruv hat Mariotte (Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides in den Oeuvres de *Mariotte*. à Leide, 1717. 4. To. I. p. 326 sqq.) angenommen, und durch eine Berechnung wahrscheinlich zu machen gesucht, daß das Regen- und Schneewasser vollkommen hinreichend sey, alle Quellen und Flüße zu unterhalten. Er zeigt aus Beobachtungen, daß in der Gegend von Dijon der ganze herabfallende Regen auf jeder Fläche jährlich eine Höhe von 17 Zoll einnehmen würde, wofür er jedoch nur 15 Zoll annehmen wolle. Demnach werden auf eine französische Quadratmeile (die Meile zu 2300 Toisen gerechnet) jährlich $15 . 72^2 . 2300^2$ Cubikzoll, d. i. $15 . 3 . 2300^2 = 238050000$ Cubikfuß Wasser fallen. Nun setzt er die Quellen der Seine 60 Meilen oberhalb Paris, und nimmt die Breite der Grenzen, in welchen die kleinen Flüße und Bäche, die der Seine Wasser geben, enthalten sind, 50 Meilen an, so daß die ganze Fläche, von der die Seine bis Paris Wasser empfängt, 3000 Quadratmeilen beträgt. Auf diese Fläche fallen jährlich nach obiger Rechnung an Wasser

$$3000 . 238050000 = 714150 \text{ Millionen Cubikfuß.}$$

Er hatte aber durch Ausmessungen gefunden, daß die Seine jährlich unter dem Pont royal in Paris nur 105120 Millionen Cubikfuß Wasser hindurchführe, welches noch nicht den sechsten Theil des berechneten Regen- und Schneewassers beträgt. Nimmt man also auch an, daß vom Regenwasser ein Drittel wieder verdünste, und ein Drittel zur Nahrung der Thiere und Pflanzen verbraucht werde, so bleibt doch dieser Rechnung nach das letzte Drittel zu Unterhaltung der Flüße mehr als zureichend. Hiernächst beruft sich Mariotte auf die Erfahrung, daß die meisten Quellen mehr oder weniger Wasser geben, je nachdem es mehr oder weniger regnet, viele auch bey großer Dürre ganz vertroknen, oder doch beträchtlich vermindert werden. Er glaubt, das Regenwasser dringe in die Erde durch kleine hohle Canäle und

Ritzen, dergleichen man auch beym Graben der Brunnen wirklich antrift, und werde endlich durch undurchdringliche Felslager aufgehalten, und irgendwo auszubrechen genöthiget.

Dieser an sich nicht unwahrscheinlichen Meinung hat man dennoch vieles entgegengesetzt. Schon Seneca bemerkt, das Regenwasser dringe kaum 10 Fuß tief in die Erde ein. Perrault (Oeuvres diverses. To. II. p. 787 sqq.) und vorzüglich de la Hire (Mém. de l'Acad. roy. de Paris 1703. p. 68 sqq.) haben eben dies durch mehr Versuche bestätiget. Der letztere grub eine Schüssel 8 Fuß tief unter der Erde ein, so daß sie ein wenig schief lag, und aus ihrer niedrigsten Stelle eine 12 Fuß lange Bleyröhre in einen Keller gieng. Aus dieser Röhre kam in einer Zeit von 15 Jahren kein Tropfen Wasser. Eine andere Schüssel mit 8 Zoll hohen Wänden, deren Oberfläche 64 Quadratzoll betrug, ward nur 8 Zoll tief an einem weder der Sonne noch dem Winde ausgesetzten Orte eingegraben, der von allen den Durchgang hindernden Pflanzen gereiniget war. Auch diese gab vom 12 Jun. bis zum folgenden 29 Febr. kein Wasser, und dann nur ein wenig, nachdem es geregnet hatte, und darauf ein starker Schnee gefallen war. Eben diese Schüssel, 16 Zoll tief eingegraben, gab auch nach dem stärksten Regen kein Wasser; und als er Pflanzen darüber setzte, vertrokneten dieselben aus Mangel der Feuchtigkeit. Aus diesem allen schließt de la Hire, daß das Regenwasser in ein mit Pflanzen besetztes Erdreich nicht über zween Fuß eindringe, es müste denn der Boden kiesicht oder mit kleinen Steinen vermengt seyn; daher nur sehr wenige Quellen vom Regen- und Schneewasser entstehen könnten. Auch Perraults Untersuchungen zeigen, daß das Erdreich auf Hügeln und Flächen selbst vom stärksten anhaltenden Regen nicht über zween Fuß tief durchdrungen werde. Mariotte aber sucht diesem schon von Seneca vorgebrachten Einwurfe dadurch zu begegnen, daß er das rohe Erdreich von dem angebauten unterscheidet, in welchem der Anbau die kleinen Canäle zerstöre. Er beruft sich auf die Adern, welche man beym Brunnengraben antrift, und auf

die Wände der Keller der pariser Sternwarte, aus denen nach starkem Regen Wasser herabläuft. Man hat auch wirklich Beyspiele davon, daß an manchen Orten das Regenwasser tiefer, als an andern, eindringt.

Sedileau (Mém. de l'acad. roy. de Paris, 1693. p. 117 sqq.) bestreitet die von Mariotte gemachte Berechnung. Er erklärt die Breite der Gegend von 50 Meilen, deren Wasser zu Unterhaltung der Seine dienen soll, für ganz willkührlich angenommen, und meint, wenn man so rechnen wollte, so könnte man Flüße finden, deren Wasser nicht den dreyßigsten Theil des Regenwassers ihrer Gegend abführte, dagegen sie an andern Orten so dicht zusammen lägen, daß alles Regen- und Schneewasser der Gegend zu ihrer Unterhaltung viel zu wenig seyn würde. Um richtig zu rechnen, müste man eine Insel, z. B. England und Schottland, wählen, um das auf ihre Fläche fallende Regenwasser mit dem, was sich durch die Mündungen aller ihrer Flüße ins Meer ergießt, zu vergleichen. Sedileau findet nach einem Ueberschlage, den er auf einige Sätze des Riccioli (Geogr. reform. L. X. c. 7.) gründet, aber selbst nicht für zuverläßig hält, daß auf England und Schottland kaum halb soviel Wasser aus der Luft falle, als zu Unterhaltung ihrer Flüße nöthig sey.

Endlich ist zwar nicht zu längnen, daß viele Quellen mehr Wasser geben, wenn es stark geregnet hat, und daß in dem wüsten Arabien und einem Theile von Afrika, wo es nie regnet, die Quellen und Flüße selten sind. Allein es giebt auch viele Quellen, welche zu allen Jahrszeiten gleich viel, oder wohl gar in großer Hitze mehr Wasser geben, als bey nasser Witterung. Zudem sind beträchtliche Quellen und stehende Gewässer auf hohen Bergen, welche ihren Ursprung unmöglich ganz vom Regen und Schnee haben können. Es scheint also wenigstens ausser dieser Ursache der Quellen noch mehrere zu geben.

Halley (Of the circulation of the watry vapours of the sea and the cause of springs in den Philos. Trans. num. 102. p. 468.) hält den Regen und Schnee für unzureichend, und leitet dagegen die Quellen von den aus dem Meere auf-

gestiegnen Dünsten her, welche von den Winden gegen die Gebirge des festen Landes geführt, daselbst aber durch die Kälte verdichtet und wieder in tropfbares Wasser verwandelt werden. Er gründet sich auf eine Berechnung der Ausdünstung des mittelländischen Meeres (Philos. Trans. num. 159.), nach welcher dieselbe die dünstende Fläche täglich um $\frac{1}{10}$ Zoll erniedrigen, und über dreymal soviel austragen soll, als die in dieses Meer laufenden großen Ströme demselben Wasser zuführen. Allein es ist hiebey die Wassermenge dieser Ströme viel zu gering angesetzt, wie aus dem oben beym Worte Meer beygebrachten erhellen wird. Inzwischen hält Halley diese Ausdünstung für zureichend zu Erklärung des ganzen Phänomens, und glaubt, das Wasser sowohl, als ein Theil der Dünste dringe durch die Steinklüfte in die Hölen der Berge, und laufe, wenn es nicht mehr Platz habe, längst der Seiten des Gebirges in einzelne Quellen nieder.

Halley bemerkte bey seinem Aufenthalte auf der Insel St. Helena, daß auf dem Gipfel der Berge, 800 Yards über der Meeresfläche, des Nachts bey hellem Wetter die Dünste sich so stark verdichteten, daß er die Gläser seines Fernrohrs von Zeit zu Zeit mit kleinen Tropfen bedeckt fand, und die Näße des Papiers ihn hinderte, seine Beobachtungen aufzuschreiben — eine Erfahrung, die auch Herr Kästner in der Pläne um Leipzig öfters gemacht zu haben versichert. Lulofs erzählt hiebey, es werde bey Koxhorn, einem Landgute bey Wassenaer, Wasser von den Dünen zu Künsten geleitet, worunter auch eine Wasserblase sey, die bey langer Dürre zwar still stehe, aber bey bevorstehendem Regen schon zu quellen anfange, ehe es noch regne, weil sich die überflüßige Feuchtigkeit der Luft an den Dünen niederschlage. Thun dies schon so niedrige Sandhügel, als die Dünen sind, was muß nicht bey hohen Bergen erfolgen, deren Gipfel weit kälter sind, und mehr Schatten geben?

Man hat zwar gegen diese Erklärung des Ursprungs der Quellen den Einwurf gemacht, daß die höchsten Gebirge, z. B. die Alpen in Europa, auf welchen die Donau,

die Rhone, der Rhein und der Po entspringen, während der sechs Wintermonate mit hohem Schnee bedeckt sind, wobey diese Entstehung der Quellen nicht statt findet, und die Flüße versiegen müsten, da doch die vier genannten Ströme den ganzen Winter hindurch keinen Mangel an Wasser haben. Allein Herr de Lüc (Untersuchungen über die Atmosphäre. Erster Theil, a. d. frz. Leipz. 1776. gr. 8. §. 155.), an der Stelle, wo er Woodwards Hypothese von einem großen unterirdischen Wasserbehälter widerlegt, zeigt unwidersprechlich, daß diese großen Ströme im Winter in der That weit schwächer, als im Sommer, sind, da hingegen die Seine, die ihr Wasser aus niedrigen Quellen, und größtentheils durch den Regen erhält, im Winter weit mehr, als im Sommer, anschwillt. In den hohen Gebirgen hören die meisten Bäche im Winter auf zu fließen, die Quellen nehmen ab und vertrocknen zum Theil, und die Gletscher geben nur eine geringe Menge Wasser, welches durch die Wärme des Bodens nach und nach von dem untern Theile des Eises abschmelzt. Mit der Rückkehr des Frühlings schmelzt der Schnee am Fuße der Gebirge, und die untern Bäche entspringen wieder: wenn aber die Sonne vollends ihren höchsten Stand erreicht, so sieht man auf allen Seiten Bäche und Wasserfälle, die aus den unerschöpflichen Eisklumpen den ganzen Sommer hindurch mit gleicher Stärke unterhalten werden, und die Flüße anschwellen. Die Rhone steigt auch regelmäßig vom März bis zum August, und fällt eben so in den Wintermonaten. Diese Phänomene widerlegen nun zwar die gemachte Einwendung, scheinen aber doch die Verdichtung der Dünste an den Bergen wenigstens nicht als unmittelbare Ursache der Quellen anzugeben.

Ein andrer Einwurf gegen Halley's Erklärung ist von der Menge der Quellen hergenommen, die fern von den hohen Gebirgen am Fuße niedriger Hügel entspringen. Derham (Physicotheologie II B. 5 Cap.) führt das Beyspiel der Quelle bey Upminster in Essex an, welche nicht mehr als 100 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ihr reichliches Wasser aus einem etwa 15 bis 16 Fuß höhern

Hügel zieht. Er setzt hinzu, man treffe in der ganzen Grafschaft Essex keine Stelle, die mehr als 400 Fuß Höhe über der Meeresfläche habe, und dennoch sey eine Menge von Quellen und Bächen vorhanden. Es erhellet aber schon aus dem vorigen, daß sich die Dünste auch an sehr niedrigen Anhöhen niederschlagen können.

Die beyden Erklärungen des **Mariotte** und **Halley** sind immer die wahrscheinlichsten, und man kan, wenn man noch das Zerschmelzen des Schnees hinzunimmt, aus diesen drey Ursachen ziemlich von der Entstehung der Quellen und Bäche in allerley Gegenden Rechenschaft geben. Ich will nun noch einige weniger wahrscheinliche Hypothesen beyfügen.

Descartes, dessen Name nie fehlt, wenn von hypothetischen Erklärungen die Rede ist, setzt (Princip. philos. P. IV. §. 64 sq.) unter die Erde eine Menge Hölen, welche durch unterirdische Canäle mit der See Gemeinschaft haben, und mit Meerwasser angefüllt werden. Dieses Wasser wird durch die unterirdische Wärme in Dünsten erhoben, und steigt durch die Oefnungen der Gewölbe, womit die Hölen bedeckt sind, sehr hoch auf, bis es die Wärme verliert und sich zu Tropfen verdichtet. Diese Tropfen können durch die kleinen Oefnungen nicht wieder zurückkehren, sie sammlen sich also in Adern, deren mehrere sich vereinigen, und als Quellen ausbrechen, einzeln aber in der Tiefe beym Brunnengraben angetroffen werden. Diese Hypothese ist von **Rohault** (Phys. P. III. c. 10.) umständlich vorgetragen, und von **Kühn** (Gedanken vom Ursprunge der Quellen und des Grundwassers, Berlin, 1746. 8.) wieder erneuert worden. **Kircher** (Mund. subterran. To. I. L. V. c. 1.) giebt den unterirdischen Hölen Decken, welche den Helmen der Destillirkolben ähnlich sind, an denen sich die Dünste zu Tropfen verdichten, und an den Seiten bis in die daselbst befindlichen Behältniße und Canäle ablaufen. So soll das Seewasser durch eine wirkliche Destillation von seinem Salze befreyt, und die Ursache der Quellen werden. Nun trift man zwar unter der Erdfläche wirklich große Hölen an, auf deren Boden sich Wasser befindet, s. Hölen: sie haben

aber weder die Gestalt, die Kircher voraussetzt, noch könnten sich die Dünste nach Descartes in ihnen so hoch erheben, und durch enge Oefnungen ihrer Decken ziehen, ohne schon unterwegs verdichtet zu werden und herabzufallen. Es müste auch, wenn dies der Ursprung der Quellen wäre, das Innere der Berge und der Erde längst mit dem zurückgelassenen Salze des Meerwassers ausgefüllt seyn.

Perrault (Oeuvres diverses, To. II. p. 737 sqq.) leitet den Ursprung der Quellen aus mehrern Ursachen zugleich ab. Er schreibt die Flüße blos dem unmittelbar von der Oberfläche ablaufenden Regen- und Schneewasser zu, und leitet die Quellen und Brunnen des platten Landes von dem ausgetretenen Wasser der Flüße ab, welches sich in die Erde ziehe, in ihren Hölen bleibe, und nach und nach wieder zu den Flüßen zurückkehre. Um aber die Quellen auf den Bergen und über der Oberfläche der Flüße zu erklären, nimmt er die Ausdünstung zu Hülfe, durch welche das in den Hölen gesammlete Wasser in die Höhe getrieben und oben wieder verdichtet werde. Dem ersten Theile dieser Erklärung stehet alles dasjenige entgegen, was schon gegen Mariottes Hypothese wegen der Unzulänglichkeit des Regen- und Schneewassers erinnert worden ist; überdies lehrt der Augenschein, daß die Flüße aus Quellen, nicht aber diese aus jenen, entstehen.

Ueber den Ursprung einiger Quellen durch Ausdünstung führt **Perrault** folgende Beobachtungen an. Auf dem Berge Odmiloost in Slavonien wurden Steine gebrochen. Als man 10 Fuß tief gekommen war, brach durch die Ritzen ein starker Dunst mit unglaublicher Geschwindigkeit hervor, welcher 13 Tage anhielt; aber nach drey Wochen waren alle Quellen des Berges vertrocknet. Eine Meile von Paris hatten die Carthäuser eine Mühle, der es an Wasser gebrach, als man eine neue Steingrube in der Gegend angelegt hatte, aus deren Ritzen ein starker Dunst hervordrang. Die Carthäuser kauften die Steingrube, verstopften die Ritzen, und erhielten dadurch die gewöhnliche Wassermenge wieder. Diese Beobachtungen würden es wahrscheinlich machen, daß hin und wieder einige Quellen

durch Ausdünstung unterirdischer Gewässer entstehen können. Es ist aber die Frage, ob sie Glauben verdienen, und mit gehöriger Genauigkeit angestellt sind.

Varenius (Geograph. gener. Cap. 16. Prop. 5.) und **Derham** (Physicotheologie, II B. 5 Cap.) leiten den Ursprung der Quellen auch aus dem Meere, aber auf eine andere Weise, als Descartes, her. Sie glauben, das Wasser steige bis auf die Spitzen der Berge durch die Adhäsion, wie in Haarröhrchen, Schwämmen, oder in einem Haufen feinen Sandes, der in einer Schüssel voll Wasser steht. **Kircher**, der diese Erklärung schon kannte, erläutert sie durch einen Versuch mit einem Säulchen von Gyps, das aufrecht ins Wasser gestellt, und oben wie eine Schüssel ausgehölt wird. Das Wasser soll sich darinn in die Höhe ziehen, und oben in der Hölung sammlen. Aber dieser Versuch ist von Kirchern ersonnen; das Wasser steigt zwar auf, aber es sammlet sich nichts in der gemachten Hölung, wie **Lulofs** durch mehrere Proben gefunden hat. **Perrault** setzte eine bleyerne Röhre mit trocknem durchgesiebten Flußsande gefüllt, aufrecht vier Linien tief ins Wasser, und fand nach 24 Stunden den Sand 18 Zoll hoch angefeuchtet. Um nun zu sehen, ob dieses Wasser seitwärts auslaufen, und Quellwasser geben könne, machte er in der Bleyröhre, 2 Zoll über der Oberfläche des Wassers im Gefäße, eine Oefnung von 7—8 Lin. im Durchmesser, brachte eine schiefe Seitenrinne mit trocknem Sande an, und legte darunter Löschpapier, dessen Ende hervorragte. Allein das Löschpapier wurde kaum feucht, geschweige daß sich ein Abtröpfeln des Wassers gezeigt hätte. Füllte er die Röhre mit grobem Sand und kleinen Kieseln, so zog sich die Feuchtigkeit nur 10 Zoll hoch. Nach den Gesetzen der Adhäsion steigt zwar das Wasser in Haarröhren auf, aber es bleibt auch an ihren Wänden fest hängen, und kan nicht seitwärts auslaufen. Auf der Spitze des Tafelbergs am Cap der guten Hofnung entspringen viele Quellen 1857 Fuß, oder 22284 Zoll über der Meeresfläche. Nun steigt in einem Haarrohre vom Durchmesser 0,06 Zoll das Wasser 0,61 Zoll hoch, und in andern verhalten sich die Höhen des Aufstei-

gens umgekehrt, wie die Durchmesser der Röhren, s. **Haarröhren.** Um also das Aufsteigen bis zur Spitze des Tafelbergs zu erklären, müsten Haarröhrchen von $\frac{366}{222840000}$ oder $\frac{1}{608853}$ Zoll angenommen werden. Wie sollte ferner das Wasser durch harte Steinlager dringen können? Und müsten nicht endlich, da doch das Quellwasser süß ist, alle diese Röhrchen längst mit den zurückgelassenen Salztheilen verstopft, und der Boden des festen Landes überall mit Salz angefüllt seyn, da nach **Marsigli's** Wahrnehmungen jeder Cubikfuß Seewasser zwey Pfunde Salz enthält?

Dennoch kan es seyn, daß an niedrigen Orten in der Nähe des Meers aus Durchseihung des Meerwassers Quellen entstehen. Cäsar ließ, als er Alexandrien belagerte, am Ufer Brunnen graben, und fand trinkbares Wasser (*Hirtius* de bello Alexandr. cap. 8. 9.). So weiß man auch von Quellen, die mit der Ebbe und Fluth abnehmen und steigen, dergleichen schon **Plinius** (Hist. nat. II. 97.) in der Gegend von Cadix und an mehrern Orten in Spanien, **Varenius** (Geogr. gen. Cap. XVII. Prop. 17.) in Wallis und Island, und **Dodart** (*Du Hamel* Hist. Acad. reg. sc. Sect. II. cap. 3. §. 2.) bey Calais erwähnen. **Norwood** (Philos. Trans. n. 30. p. 656.) erzählt, daß man auf den bermudischen Inseln Brunnen grabe, die mit dem Meere steigen und fallen: ihr Wasser sey salzig oder frisch, je nachdem die seihende Materie dicht sey: in der Tiefe aber finde man Salzwasser. Der **P. Labat** (Voyage aux Isles Franç. de l'Amerique To. V. ch. 13. p. 307.) meldet, man finde in allen sandigen Bayen süsses Wasser; wovon auch **Lulofs** Beyspiele aus der Gegend von Bergenopzoom und sonst aus den Niederlanden anführt. **Labat** aber erklärt es für Regenwasser, das sich durch den Sand seihe, und wegen seiner Leichtigkeit über dem Meerwasser stehen bleibe, weil man bey tieferm Graben bis an die Fläche des Meeres das salzige Seewasser wieder finde. Diese Erklärung des **P. Labat** ist auch darum wahrscheinlich, weil nach den beym Worte **Meer** angeführten Versuchen das Seewasser durch bloßes Filtriren nicht trinkbar wird. Auf alle Fälle aber lassen sich aus dem Durchseihen des Meerwassers nur

niedrige Quellen erklären. Der Meinung von Haarröhren kan man nicht statt geben; und durch größere Oefnungen könnte sich süßes Wasser nicht hoch über das Seewasser erheben. Beyder eigenthümliche Gewichte verhalten sich, wie 103 zu 100; wäre also auch das Meer 100000 Fuß tief (welches gewiß bey weitem zu viel ist), so könnte doch eine gleichwiegende Säule süssen Wassers nie über 103000 Fuß Höhe erreichen, und also nur 3000 Fuß über die Meeresfläche steigen, da man doch bis auf 12000 und mehr Fuß hoch Quellen findet.

Woodward (Historia naturalis telluris, Lond. 1695. 8.) sieht die Erde als eine hole mit einer ungeheuren Menge von Wasser erfüllte Kugel an, s. **Erdkugel** (Th. II. S. 57.). Ihr ganzer Körper erhält sich immer auf einem beständigen Grade der Wärme, der beträchtlich genug ist, um eine beständige Ausdünstung des großen Wasserbehälters zu unterhalten. Die Dünste dringen durch die Schichten der Erdrinde, und verdichten sich zum Theil wieder. Geschieht dies erst in der Höhe, so läuft das Wasser von den hohen Stellen in Bächen ab; geschieht es aber in Schichten, die dem platten Lande gleich liegen, so entstehen daraus stillstehende Wasser oder Quellen. Die innere Wärme und die Menge der aufsteigenden Dünste ist stets einerley: die Verdichtung aber, welche von dem Einfluße der äussern Wärme abhängt, ist nach dem Grade dieser letztern verschieden. Herr **de Lüc** (Unters. über die Atmosph. Th. I. §. 154 u. f.) hat sehr umständlich gezeigt, wie sehr dieses System mit den Erfahrungen streite. Wenn die Verdichtung, die sich nach der äussern Wärme richtet, die Ursache der Quellen wäre, so müsten die Flüße im platten Lande im Sommer am meisten anschwellen, weil sich alsdann mehr Dünste unverdichtet in die Luft erheben, und durch den Regen herabfallen; diejenigen hingegen, welche von hohen Bergen kommen, müsten im Winter sogleich von ihren Quellen an sehr zunehmen, weil alsdann die Verdichtung auf den hohen mit Schnee bedeckten Bergen sehr schnell und stark erfolgen würde. Von allem diesen aber geschieht gerade das Gegentheil. Die Bergwasser

fließen im Winter schwächer, und Flüße, die von neugefallenem Regen und Schnee entstehen, schwellen im Winter mehr, als im Sommer. Herr de Lüc zeigt bey dieser Veranlassung sehr deutlich, daß das Anschwellen der Flüße, die von hohen Bergen kommen, ganz von dem Zerschmelzen des Schnees und Eises abhänge, welches man aber auf die, welche im platten Lande fließen, nur zu gewissen Jahrszeiten anwenden kan.

Alles bisherige zeigt zur Gnüge, daß man bey Erklärung des Ursprungs der Quellen mehr als eine Ursache zu Hülfe nehmen müße. Soviel ist unläugbar, daß auf der Erde ein beständiger Kreislauf des Wassers unterhalten wird, welches aus dem Meere in die Erde oder Atmosphäre tritt und durch die Quellen und Flüße wieder zum Meere zurückkehrt. Hierbey scheint nun das herabfallende Regen- und Schneewasser, nebst dem zerschmelzenden Schnee und Eise und den an den Bergen und Anhöhen niedergeschlagnen Dünsten die vornehmste Ursache der Quellen zu seyn; alle übrige sind entweder nur local, oder ganz ungegründet.

Die Quellen selbst sind an Gehalt und Reinigkeit verschieden, nach Beschaffenheit der Erdschichten, durch die sie sich sammlen und durchfließen. Die reinsten entspringen gewöhnlich in den grösten Höhen. Je reiner sie sind, desto näher kömmt ihr eigenthümliches Gewicht dem des Luftwassers, und desto weniger lassen sie Bodensatz in Gefäßen, und Rückstand bey der Destillation. Das gewöhnliche Quell- oder Brunnenwasser hat fast immer Gyps, rohe Kalkerde durch Hülfe der Luftsäure aufgelöset, und einige salzige Theile. Von denen, welche solche Stoffe in vorzüglicher Menge enthalten, s. Gesundbrunnen. Manche, die viel Kalkerde bey sich führen, incrustiren hineingelegte Sachen, und erzeugen beym Herabtröpfeln die Stalactiten, s. Hölen.

Die Menge des Wassers ist in manchen Quellen immer ziemlich gleich, in andern abwechselnd. Man hat sie deswegen in **gleichförmige** (perennes) und **periodische**, auch die letztern weiter in **intermittirende** (die auf gewisse Zeit ganz aufhören) und **abwechselnde** (reciproci, deren

Wassermenge nur wächst und abnimmt) getheilt. Die intermittirenden werden durch starke Regengüsse oder geschmolzenen Schnee oft auf eine Zeit gleichförmig, oder unordentlich. Solche, die nur zu gewissen Jahrszeiten fließen, sind nicht selten. Viele aber richten sich auch nach den Tagesstunden. So erzählt **Plinius**, daß eine Quelle beym **Lago di Como** (Lacus Larius, H. N. II. 103.) stundenweise zu- und abnehme. **Astruc** (Hist. nat. de Languedoc) meldet von einer Quelle bey Fonteston oder Fontestorbe in Mirepoix, daß sie gewöhnlich 36 Min. 35 Sec. lang fließe, und 32 Min. 30 Sec. lang aussetze. Er führt noch mehr Brunnen dieser Art an, z. B. den von Fonsanche bey Nismes, dessen Fließen täglich etwas über 7 Stunden, das Aussetzen 5 Stunden dauert, einige in Savoyen und Poitou, und die Quelle von Colmar in Provence, die allemal in der siebenten Minute aussetzt. Die letztere, deren Wasserstral die Dicke eines Arms hat, ward 1755 bey dem Erdbeben, das Lissabon zerstörte, fortfließend, und fieng erst 1763 von neuem an, auszusetzen. Auch **Scheuchzer** hat in seinen Alpenreisen Beyspiele solcher aussetzenden Quellen in der Schweiz.

Man erklärt diese intermittirenden Quellen auf verschiedene Art. Ein langes Aussetzen, das mehrere Monate oder Wochen dauret, mag wohl von Mangel an Zufluß geschmolzenen Schnees und Eises herrühren. Kürzere Absätze aber leitet man insgemein von kleinen Berghölen oder Wasserbehältern her, die sich durch einen Zugang von oben her anfüllen, und seitwärts durch heberförmige Canäle wieder ausleeren. Diese Heber leeren den Behälter bis an die wagrechte Fläche ihres Verbindungspunktes aus; alsdann hören sie auf zu fließen, und fangen nicht eher wieder an, als bis der Schenkel am Behälter bis auf seinen höchsten Punkt gefüllt ist, wozu eine gewisse von der Menge des Zuflußes abhängende Zeit erforderlich ist. Ist der Zufluß stärker, so wird diese Zeit kürzer; starke Regen u. dgl. können ihn so ansehnlich vermehren, daß er eben soviel ersetzt, als die Quelle abführt, in welchem Falle die letztere fortfließend wird. Giebt es im Behälter einen solchen heberförmigen Canal,

der das Wasser von der Quelle ab an einen andern Ort führt, so kan dieselbe bey trocknem Wetter fließen, und beym Regen vertrocknen, s. Heber (Th. II. S. 582.). Einige Quellen, welche stoßweise springen, lassen sich auch durch Ausbrüche unterirdischer Dämpfe erklären, wie z. B. einige von Bergmann angeführte in Island.

Es giebt Quellen, welche Ebbe und Fluth mit dem Meere gemein haben, wenn man anders den Berichten des Plinius (H. N. II. 103.) und Varenius (Geogr. gen. Cap. XVII. Prop. 17.) glauben darf. Astruc führt eine auf dem Montmerveille im Palatinate von Cracau an, die sehr hell und mit starkem Getöse hervorbricht, im Vollmonde aber allezeit weit stärker, als im Neumonde, ist. Dagegen wird eine bey Brest (Mém. de Paris 1717.) erwähnt, die bey der Ebbe des angrenzenden Meeres steigt, und bey der Fluth fällt. Dies wird ganz gut daraus erklärt, daß der Boden der Quelle höher liege, als die Meeresfläche bey der Ebbe, daher das Wasser so lange fortfahre zu fallen, bis es der steigenden Fläche des Meeres gleich stehe, und so lange zu steigen, bis sich der Zufluß aus der benachbarten Gegend völlig hineingezogen habe.

Die Temperatur der Quellen ist gewöhnlich von der Temperatur der äussern Luft verschieden. Die meisten Wasser quellen aus der Erde weit kälter und frischer hervor. Charas (Mém. de Paris 1693. p. 71 sqq.) giebt einige Beyspiele von Quellen in Frankreich, welche im heissesten Sommer eiskalt sind, obgleich ihr Wasser dem Sonnenscheine ausgesetzt ist. Bergmann gedenkt auch schwedischer Quellen, deren Temperatur nur wenig über den Eispunkt (6 Grade nach der Scale von 100 Grad; d. i. 4—5 Grad nach Reaumür), und in der Tiefe noch kälter ist. Von heissen Quellen s. den Artikel Bäder, warme.

Die feuerfangenden Quellen, wovon Lulofs viele Beyspiele gesammlet hat, als die des dodonäischen Jupiters (*Plin.* H. N. II. 103.), die auf dem Montmerveille in Polen, die Porretta Nova in Italien (Comment. Bonon. p. 119 sqq.), verschiedene in England (Philos. Trans. Num. 26. p. 482. Num. 334. p. 475.) sind, wie man aus den Be-

schreibungen bald übersieht, durch aufsteigende Sumpfluft zu erklären, welche bey Annäherung brennender Kerzen in eine bläuliche Flamme ausbricht. In den Morgenländern giebt es auch Quellen, auf deren Wasser eine entzündliche Naphtha schwimmt.

Lulofs Einl. zur mathem. u. physikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch Kästner. Gött. u. Leipz. 1755. gr. 4. S. 295 u. f.

Bergmann Physikalische Beschr. der Erdkugel, a. d. schwed. von Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. Erster Band, S. 276 u. f.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2378 sqq.

Brisson Dict. rais. de physique, Art. *Fontaines*.

de Lüc Untersuchungen über die Atmosphäre, a. d. frz. Leipz. 1776. gr. 8. Erster Theil, §. 154 u. f.

R.

Rad an der Welle, Radwinde, Haspel, Rota, Peritrochium, *Roue*, *Tambour*, *Treuil ou Tour*. Ein Cylinder wie CC, Taf. XX. Fig. 100. und 101, lasse sich zugleich mit einer an ihn befestigten concentrischen Scheibe KB (Fig. 100.) von größerm Halbmesser, oder auch nur mit einem oder mehrern Armen CB, CK (Fig. 101.), welche Halbmesser dieser Scheibe vorstellen, um seine unbewegliche Axe CC drehen. Wenn nun zwo Kräfte L und K, eine am Umfange des Cylinders CC, die andere am Umfange der Scheibe KB oder am Ende ihres Halbmessers CK einander entgegenwirken (d. i. den Cylinder nach entgegengesetzten Richtungen um die Axe zu drehen streben), so heißt der Cylinder CC selbst eine **Welle, Radwelle**, ein **Wellbaum** (axis, *aissieu*, *axe*), die Scheibe KB ein **Rad**, und die ganze Verbindung ein **Rad an der Welle** (Axis in peritrochio, *Axe dans le tambour*).

Es ist dies eine der einfachsten und wirksamsten Maschinen, welche zu den einfachen Potenzen des Pappus gehört, s. **Potenzen**. Sie wird insgemein so gebraucht, daß man um die Welle ein Seil windet, welches durch Umtreibung vermittelst der Kraft K weiter aufgewunden wird, und da-

durch eine Last, an die es befestiget ist, erhebt oder fortzieht. Bey dieser Einrichtung ist zwar die Welle wesentlich nöthig, um das Seil aufzuwinden; das Rad selbst aber kan wegbleiben, weil die Kraft K zu Umdrehung der Welle nicht das ganze Rad, sondern nur einen physischen Halbmesser oder Arm desselben, wie CK, nöthig hat.

Liegt die Welle CC wagrecht, wie bey Fig. 100, so heißt das Rüstzeug ein Haspel (*treuil*, *tour*), und insbesondere, wenn wirklich ein Rad BK da ist, an dessen Umfange die Kraft, vermittelst angebrachter Sprossen u. dgl. wirkt, ein **Radhaspel**. Wird die Welle mit Kurbeln oder Haspelhörnern (manubria, *manivelles*), die an ihrer Axe stecken, umgetrieben, so entsteht der **Hornhaspel**; werden kreuzweis Stangen durchgesteckt, deren Enden z. B. Menschen mit den Händen fortdrücken können, der **Kreuzhaspel** (Sucula). Steht aber die Welle lothrecht, wie Fig. 101, so heißt das Rüstzeug eine **Winde** oder ein **Göpel** (Ergata, *Cabestan*); die niedrigen, welche Lasten auf dem Boden oder auf schiefen Flächen fortzuziehen dienen, werden **Erdwinden** genannt. Abbildungen aller dieser Rüstzeuge giebt **Leupold** (Theatr. machinarium, Tab. XIX.).

Der gemeine Hebel ist darum unbequem, weil er die Lasten nur auf sehr geringe Höhen erhebt, s. Hebel (Th. II. S. 574.). Diesem Fehler hilft die Welle ab, welche durch das Aufwinden des Seiles der Last alle Augenblicke einen neuen Halbmesser oder neuen Hebel in den Weg bringt, und also unaufhörlich hebt oder fortzieht, bis das Seil völlig aufgewunden ist. Auch ist das Rad an der Welle nur in diesem einzigen Stücke vom Hebel selbst verschieden. Daß statt des Ruhepunkts hier eine gerade Linie, nemlich die Axe CC, unbewegt bleibt, und daß die Arme, an denen die Kräfte wirken, nicht in einerley Fläche liegen, ändert nichts, weil die Wirkung eben dieselbe bleibt, wenn man beyde Arme in einerley Fläche versetzt, und von der Axe blos denjenigen Punkt betrachtet, der in ebendieselbe Fläche fällt.

So ist Taf. XX. Fig. 102. ein senkrechter Durchschnitt der Welle und des Rads, in einerley Fläche gebracht. Der Mittelpunkt C, durch welchen die Axe geht, ist der Ruhe-

punkt, CA = r der Halbmesser der Welle; CB = R der Halbmesser des Rads, an welchem die Kraft K wirkt. Die ganze Peripherie des Rads ist zwar in der Figur vorgestellt; es ist aber nur der Arm CB nöthig. Weil das Seil bey A von der Welle nach der Richtung ihrer Tangente abgeht, so läßt sich allemal annehmen, die Last L wirke auf den Halbmesser CA senkrecht.

Wirkt nun die Kraft K auch senkrecht auf CB, oder nach der Tangente des Rades, so sind die Kräfte K und L am doppelarmichten Hebel BCA, und das Gleichgewicht findet statt, wenn

$$K : L = CA : CB = r : R$$

d. i. wenn sich die senkrechtwirkende Kraft zur Last, wie der Halbmesser der Welle zum Halbmesser des Rads, verhält. Eben dies gilt auch, wenn die Kraft K an einem andern Punkte des Umkreises z. B. an b, nach der Richtung der Tangente bg wirkt, weil sich alsdann die Kräfte K und L am Winkelhebel bCA befinden, s. **Winkelhebel.**

Wirkt aber die Kraft schief gegen des Rades Halbmesser, wie bey b nach der Linie bG, so ist ihre Entfernung vom Ruhepunkte dem Perpendikel CH gleich, oder = sin b. R; daher findet das Gleichgewicht statt, wenn

$$K : L = r : \sin b . R$$

Das Moment der Last ist in allen Fällen = r. L; das der Kraft beym senkrechten Zuge = R. K, beym schiefen = sin b. R. K. Und da sin b allemal kleiner, als 1 ist, so hat die schiefziehende Kraft allezeit ein geringeres Moment, oder vermag weniger, als eine gleich große senkrecht ziehende.

Die Kraft kan auf verschiedene Art am Umfange des Rades angebracht werden. Ist ein wirkliches Rad aus einer festen Materie da, so können Menschen und Thiere darauf treten, oder darinn herumgehen (Treträder); man kan Sprossen daran setzen, die mit der Hand fortbewegt werden, wie am Radhaspel Fig. 100; oder eine Schnur darum legen, an der man es herumzieht; man kan es mit Kasten versehen, in welche Wasser von oben herabfällt, oder mit Schaufeln, welche das unten vorbeyfließende Wasser fort-

treibt (ober- und unterschlächtige Wasserräder). Ist kein Rad vorhanden, so wird der Haspel von Menschen bewegt, die die Kurbeln oder Kreuzstangen umtreiben: die Arme der Winde werden von Menschen fortgetrieben oder von Thieren fortgezogen. In allen diesen Fällen vermag die Kraft am meisten, oder ist am vortheilhaftesten angebracht, wenn sie stets senkrecht, oder nach der Richtung der Tangente des Rads wirket.

Indem das Seil einmal umgewunden, und also die Last um die Peripherie der Welle fortbewegt wird, muß die Kraft einmal den ganzen Umfang des Rades durchlaufen. Mithin verhalten sich die Räume, die K und L in gleichen Zeiten zurücklegen, d. i. ihre Geschwindigkeiten, wie die Peripherien von Rad und Welle, oder, was eben soviel ist, wie deren Halbmesser R : r, d. i. umgekehrt, wie die im Gleichgewichte stehenden Kräfte selbst. Wenn also 1 Pfund Kraft mit 10 Pfund Last das Gleichgewicht hält, so muß bey wirklicher Bewegung die Kraft durch 10 Schuh fortgehen, wenn die Last um 1 Schuh fortgebracht werden soll. Man verliert daher, wie bey allen Maschinen, an Geschwindigkeit eben soviel, als man an Kraft gewinnt.

Da der Schwerpunkt der ganzen Maschine in die Axe der Welle selbst fällt, so ist hiebey der physische Hebel vom mathematischen nicht unterschieden, und die Berechnung für das Gleichgewicht beruht allein auf der Formel $r . L = R . K . \sin b$, wo für ein senkrecht wirkendes K, $\sin b = 1$ ist.

Ist z. B. an der Fig. 101. vorgestellten Winde der Halbmesser des Rads oder die Länge der Arme CK, CB = 8 Schuh = R, der Halbmesser der Welle r = 1 Schuh, so wird für das Gleichgewicht L = 8 K seyn. Vier Menschen, die an den Enden der Arme, jeder mit 100 Pfund Kraft, senkrecht ziehen oder drücken, werden 4 . 800 = 3200 Pfund Last im Gleichgewichte halten, und eine etwas geringere Last wirklich aufwinden können. Stehen zween Mann nebeneinander, so kan einer davon nicht in der völligen Entfernung von 8 Schuh wirken. Gesetzt, er stehe nur 6 Schuh von der Axe ab, so wird sein Moment nur 6 K oder 600 Pfund betragen. Stellte man also zu den vorigen noch vier

andere in 6 Schuh Entfernung von der Axe, so würden die Momente aller zusammen 3200 + 2400 = 5600 Pfund ausmachen.

In der Ausübung muß man noch die halbe Dicke des Seiles, woran die Last hängt, zum Halbmesser der Welle rechnen, weil die Richtung des Zugs mitten durch das Seil geht. Diese Seile sind gewöhnlich so dick, daß dadurch das Moment der Last merklich geändert wird. Im vorigen Beyspiele würde ein Seil von 1 Zoll oder $\frac{1}{12}$ Schuh Dicke das Moment der Last = $1\frac{1}{24}$ L, mithin für das Gleichgewicht, L = $\frac{24}{25}$. 8 K geben, oder das vorige Moment der Kraft um seinen 25sten Theil verringern. Die vorigen Kräfte würden nur 5376 Pfund erhalten können. Weit beträchtlicher wird diese Abweichung, wenn sich das Seil doppelt übereinander legt, wodurch der Abstand der Last um $1\frac{1}{2}$ Seildicken (im Beyspiele um $\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{1}{8}$ Schuh) wächst. Man verhütet dieses bey den Winden, indem man das Seil nur einigemal um die Welle schlägt, bis es sich durch Reiben und Anklemmung völlig fest hält. Alsdann wickelt sich soviel, als an einem Ende aufgewunden wird, an andern wieder ab, und man läst dieses Abgewickelte durch einen eignen Arbeiter von der Welle entfernen und in Ordnung legen.

Bey den Winden kan die im Kreise gehende Kraft fast immer senkrecht auf den Hebelarm wirken. Beym Haspel und andern Einrichtungen, z. B. Treträdern, sind schiefe Richtungen der Kraft nicht zu vermeiden. Beym Hornhaspel und allen Maschinen, die von Menschen mit Kurbeln bewegt werden, muß die Hand im Cirkel herumgehen und ihre Richtung unabläßig ändern, wobey es ihr unmöglich ist, stets genau nach der Tangente zu drücken; überdies ist auch die Kraft der Hand an sich stärker, wenn sie die Kurbel herunterdrückt, als wenn sie sie herauf hebt oder seitwärts schiebt. Diese Maschinen gehen also sehr ungleich, und man muß ihnen, wenn sie schnell und gleichförmig gehen sollen, durch Schwungräder, d. i. durch Scheiben von beträchtlichem Umfange und Masse, zu Hülfe kommen, welche, wenn die Maschine einmal in Gang

gebracht ist, die ihnen mitgetheilte Bewegung vermöge ihrer Trägheit fortsetzen, und den Gang unterhalten, wenn auch die Kraft ein wenig nachläßt.

Die Winde ist unstreitig das bequemste und wirksamste Rüstzeug zu Ueberwältigung großer Lasten. **Domenico Fontana** errichtete im Jahre 1586 den großen Obelisk auf dem Platze des Vaticans in Rom, dessen Gewicht 9146 Centner, und mit der Armatur 9600 Centner betrug, durch 40 Winden, an deren jeder ausser den Menschen zwey Pferde zogen, wobey er das Moment der Kräfte für jede Winde auf 300 Centner rechnen konnte. Diese große mechanische Unternehmung beschreibt **Leupold** (Theatr. machinarium. Leipzig, 1725. fol. S. 137 u. f. Tab. LII.) nach **Kirchern** (Oedipus Aegyptiacus. To. II. L. 3. p. 70 sqq.), vollständiger aber und nach des **Fontana** eigner Nachricht und Abbildung **Nic. Zabaglia** (Castelli e Ponti. Ital. et Lat. Rom. 1743. fol. maj.). Weil die Winde bey der Schiffahrt und dem Schifbau ein ganz unentbehrliches Rüstzeug ist, so hat man ihre Mängel sorgfältig zu verbessern gesucht, z. B. den, daß die Umgänge des Seils, beym Fortwinden immer höher hinaustreten, und bald die höchste Stelle erreichen, wo man denn, wenn sich nichts übereinander legen soll, inne halten und eine eigne Arbeit vornehmen muß, um sie wieder herunterzubringen. Die Preißfrage der pariser Akademie für die Jahre 1739 und 1741 hat eine Anzahl Schriften hierüber veranlasset (Recueil des pieces, qui ont remporté le prix en 1741. Paris, 1745. 4.), unter welchen sich die von **Joh. Bernoulli** (Discours sur le cabestan) und **Poleni** (De ergatae navalis praestabiliore usu) vorzüglich auszeichnen.

Von den Zusammensetzungen mehrerer Räder s. den Artikel **Räderwerk, zusammengesetztes.**

Kästner Anfangsgr. der ang. Math. Mechanische u. Optische Wiss. Dritte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Mechanik, §. 70 u. f.

Büsch Versuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens. Hamburg, 1776. 8. S. 290 u. f.

Rad, elektrisches, Peritrochium electricum, *Roue ou Moulinet electrique.* Unter dem Namen elektrischer Räder sind einige Veranstaltungen bekannt, mit deren Hülfe man umdrehende Bewegungen durch das elektrische Anziehen und Zurückstoßen hervorbringt. Franklin hat wohl dergleichen zuerst angegeben; denn **Winklers** Erfindung, die Priestley (Geschichte der Elektric. S. 49.) als ein elektrisches Rad anführt, ist nach den Transactionen (No. 475. p. 311.) nichts weiter, als ein Stern mit sechs Spitzen, die im Dunkeln leuchten, und ein Feuerrad vorstellen, wenn der Stern durch eine äussere Kraft gedreht wird.

Franklin (Briefe von der Elektricität, a. d. engl. von **Wilke**, Leipzig 1758. 8. S. 40.) beschreibt in einem Briefe vom 1 Sept. 1747 das erste Rad unter dem Namen des **elektrischen Bratenwenders.** Die Vorrichtung besteht in einer wagrechten hölzernen Scheibe, welche durch einen Stift in ihrer Mitte gehalten wird. Dieser Stift läuft unten auf einer an sein Ende befestigten Spitze in einem Lager, und geht oben durch ein Loch in einer festen Messingplatte, die ihn senkrecht hält. So kan sich das Bret sehr frey und leicht wagrecht umdrehen. Aus dem Umkreise des Brets gehen 30 gläserne Stäbe nach der Richtung der Halbmesser wagrecht heraus; ihre äussersten Enden stehen ungefähr 4 Zoll weit auseinander, und haben messingne Knöpfe, welche also durch die Glasstäbe isolirt sind. Setzt man nun eine geladne Flasche, deren Knopf + E hat, nahe an den äussersten Umfang des Kreises, den diese Knöpfe bilden, so zieht das + E den nächsten Knopf an, giebt ihm einen Funken, und stößt ihn darauf weiter fort. Dies wiederfährt nun auch dem folgenden Knopfe, u. s. w., wodurch das Rad wagrecht umgedreht wird. Dadurch erhalten nach und nach alle Knöpfe + E, und behalten auch dasselbe, weil sie isolirt sind. Hiedurch kan man jedoch das Rad nur einmal umdrehen: denn wenn der erste Knopf, der sein + E behalten hat, wieder an die Flasche kömmt, so wird er von ihr abgestoßen, und die Bewegung hört auf. Soll sie fortgehen, so muß man der ersten Flasche gerade gegenüber eine

zweyte an das Rad stellen, deren Knopf — E hat. Diese zieht nun die von jener Flasche mit + E geladnen Knöpfe stark an, verdoppelt dadurch die Geschwindigkeit der Bewegung, giebt auch den Knöpfen Funken, wodurch sie — E erhalten, und bey ihrer Rückkehr zur ersten Flasche desto stärker angezogen werden. Dadurch ward des Rades Lauf so beschleuniget, daß es in einer Minute 12 — 15mal herum kam, und ein Gewicht von hundert spanischen Thalern mit sich führte. Am Ende entladen sich dadurch beyde Flaschen. Ein Bratspieß auf den Stift in der Mitte des Brets aufgesteckt, wird dadurch gehörig, aber in vertikaler Stellung, umgedreht.

Nach eben diesen Grundsätzen verfertigte Franklin das zweyte sich selbst bewegende Rad. Dies ist eine runde belegte Glasscheibe, welche sich zwischen zwo isolirten Spitzen wagrecht um ihre Axe drehen läßt. An ihrem Rande sind zwey Bleykügelchen, etwa 6 Zoll weit aus einander, von denen eines mit der obern, das andere mit der untern Belegung verbunden ist. Rund um die Glasscheibe stehen auf dem Tische zwölf Glassäulen mit messingnen Knöpfen, etwa 4 Zoll weit aus einander. Sobald man nun die Glasscheibe ladet, fängt dieselbe an umzulaufen. Nemlich die Bleykugel, welche + E hat, wird von der nächsten Säule angezogen, giebt dem Knopfe derselben + E, wird darauf weiter fortgestoßen u. s. f. Dadurch läuft das Rad um. Nun kömmt die andere Bleykugel, die — E hat, gegen die mit + E geladnen Knöpfe der Pfeiler, wird angezogen, durch einen Funken mit + E versehen, und dann weiter fortgestoßen, welches den Umlauf befördert. Franklins Rad lief auf diese Art eine halbe Stunde lang in jeder Minute 20mal um, welches zusammen 600 Umläufe, und 7200 Funken aus jeder Kugel in die Knöpfe der Säulen ausmacht. Der Erfolg ist, daß die Scheibe entladen wird. Wollte man statt zwoer Kugeln deren acht nehmen, die abwechselnd mit beyden Seiten der Scheibe verbunden würden, so würde die Geschwindigkeit ansehnlich verstärkt werden, aber die Bewegung nicht so lange dauren.

Der Marquis de Courtenvaux (in *Rozier* Journal de phys. Avril 1774.) hat die Einrichtung dieses Rades in einigen Stücken verbessert, wovon man auch beym de la Fond (Précis historique et expérimental des phénomènes électriques. Paris, 1781. 8.) Nachricht findet. Die Absicht war, dieses Rad durch Zählung seiner Umläufe in einer Minute, als Elektrometer zu gebrauchen.

Eine andere Art des elektrischen Rads ist auch unter dem Namen des Flugrads (Fly) oder Kreuzes bekannt. Taf. XX. Fig. 103. machen die beyden dünnen Messingdräthe a c und b d ein Kreuz, das man mit der im Mittel befindlichen dünnen Scheibe D auf den zugespitzten Stift K setzen, und denselben auf den Conductor B einer Elektrisirmaschine schrauben kan. Die Schraube D ruht auf dem Stifte im Gleichgewichte, wie eine Magnetnadel, vermittelst eines glatt ausgehölten kleinen Hüthgens. Die Enden der Dräthe a, b, c, d sind spitzig, und alle nach einerley Seite rechtwinklicht umgebogen. Sobald der Conductor elektrisirt wird, fängt das Kreuz an umzulaufen, und dreht sich in der wagrechten Fläche nach der Richtung der Buchstaben a b c d, welche der Richtung der umgebognen Drathspitzen entgegengesetzt ist. Dies erfolgt mit großer Geschwindigkeit, und immer nach ebenderselben Richtung, der Conductor habe + E oder — E.

Man kan dieses Phänomen auf mancherley Art erklären, je nachdem man diese oder jene Theorie der Elektricität annimmt. Nach Franklins Theorie strömen die Spitzen aus, wenn der Conductor + E hat, und saugen ein, wenn er — E hat. Nun ist doch das Ausströmen dem Einsaugen so gerade entgegengesetzt, daß Bewegungen, die aus beyden entstehen, ganz natürlich nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen sollten. Es scheint also parador, daß + E das Kreuz eben so dreht, wie — E, und man sieht wohl, daß man hier mit Franklins Theorie nicht ausreichen wird, ohne ihr etwas Flickwerk anzuhängen.

Anfänglich behalf man sich mit dem Blasen, das man fühlt, wenn man die Hand gegen elektrisirte Spitzen hält. Alle Spitzen blasen, sie mögen + E oder — E haben.

Priestley nahm dieses Blasen für einen Luftstrom an, s. Spitzen, der der Erfahrung gemäß aus allen elektrisirten Spitzen gehe, und dessen Richtung über das Ausströmen oder Eindringen der elektrischen Materie nichts entscheide. Aus diesem Luftstrome würde sich die Bewegung des Kreuzes leicht erklären, weil die äussere Luft der von der Spitze abströmenden widersteht, und sie zusammendrückt, so daß sie durch ihre Elasticität den leicht beweglichen Drath zurücktreibt.

Neuere Franklinisten, z. B. Cavallo, lassen den Luftstrom weg, und erklären die Bewegung weit besser aus dem Abstoßen zwischen den Spitzen und der äussern Luft, welche letztere in allen Fällen eine gleichartige Elektricität mit den Spitzen selbst erhält (weil Spitzen so leicht mittheilen). Sie berufen sich darauf, daß das Rad im luftleeren Raume nicht laufe, ja sogar unter einer luftvollen Glocke bald still stehe, weil die unter ihr enthaltene Luft gar bald durchgehends gleichförmig elektrisirt werde.

Hieher gehört noch folgender Versuch. Wenn das Rad unter der Glocke still steht, und man den Finger, einer Spitze gegen über, an die äussere Seite des Glases legt, so fängt es wieder an zu laufen. Gesetzt, das Rad habe + E, so kan die äussere Seite des Glases durch den Finger etwas + E abgeben, wodurch auf der innern Seite eben so viel — E frey und die Luft oder die Spitze + E angezogen wird, bis dieses freye — E wieder gebunden ist. Dadurch wird also diese Stelle des Glases geladen, und man kan den grössten Theil des Glases so laden, wenn man den Finger nach und nach um dasselbe herumführt. Cavallo sagt, auch dieser Versuch gehe nur im luftvollen Raume von statten: es ist aber jetzt ausser allem Zweifel, daß er eben so wohl im luftleeren Raume gelinge. Also muß die Luft ganz aus den Erklärungen wegbleiben.

Daher erklärt sich alles leichter durch Voraussetzung zwoer elektrischen Materien. Nach dieser Hypothese strömen sowohl positive, als negative Spitzen wirklich aus; und die ganze Schwierigkeit verschwindet. Man kan nun die Bewegung des Rads entweder aus dem elektrischen Zu-

rückstoßen der ausgehenden Materie gegen die nachfolgende erklären, oder man kan sie dem Drucke gegen den Drath beym Ausgange, wie bey der Kempelischen Dampfmaschine und der Segnerischen hydraulischen Maschine, zuschreiben, s. Segnerische Maschine. Diese beyden Erklärungen beruhen doch nur auf Vorstellungsarten, die vielleicht am Ende auf einerley hinauslaufen. Denn es kan ja wohl seyn, daß das elektrische Abstoßen, und der Druck des E, das durch die Krümmung zur Spitze herauszugehen gezwungen wird, Wirkungen von einerley Ursache sind.

Priestley hat durch das Blasen feststehender Spitzen kleine papierne Windflügel, wie die, womit die Knaben spielen, und leichte Räder von andern Gestalten in Bewegung gesetzt (s. Geschichte der Elektricität, durch Krünitz, S. 390 u. f.), die man auch zu den elektrischen Rädern zählen kan. Allerley Spielwerke mit dem Kreuze oder Drathe mit umgebognen Spitzen beschreibt Adams (Versuch über die Elektricität, a. d. engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 63 u. 64.).

Franklins Briefe über die Elektricität, a. a. O.
Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 132. u. 205.

Radbarometer, s. Barometer.

Radius vector, *Rayon vecteur*. So nennt man in der Theorie des Planetenlaufs, und überhaupt bey Centralbewegungen, die gerade Linie aus dem Brennpunkte der elliptischen Bahn in den Mittelpunkt des Planeten gezogen, oder die Linie aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den Schwerpunkt des bewegten Körpers. Wenn z. B. die Erde in einer elliptischen Bahn läuft, in deren Brennpunkte die Sonne steht, so heißt eine Linie aus dem Mittelpunkte der Sonne in den Mittelpunkt der Erde gezogen, ein Radius vector dieser Bahn. Dieser Radius vector ist von veränderlicher Größe, z. B. in der Sonnenferne am grösten, in der Sonnennähe am kleinsten. Die Flächenräume, die er bey der Bewegung des Planeten beschreibt, verhalten

sich, wie die Zeiten, in denen sie beschrieben werden, s. Keplerische Regeln.

Radwinde, s. Rad an der Welle.

Räderwerk, zusammengesetztes, Zahn und Getriebe, Systema rotarum, *Rouage, Système de roues et de pignons*. Eine Verbindung mehrerer Räder, die nicht an einer Axe sind, deren eines in die Welle des andern vermittelst gewisser an beyder Umfange angebrachten Erhöhungen und Vertiefungen eingreift, so daß die Bewegung des einen auch das andere mit umtreibt.

Die Erhöhungen, die man in dieser Absicht an dem Umfange der Räder anbringt, heissen Zähne (dentes), wenn sie mit dem Rade selbst aus einem Stücke sind, Kammen (paxilli), wenn man sie besonders verfertiget und eingesetzt hat. Bey dem Sternrade oder Stirnrade liegen sie in der Fläche des Rades selbst nach Richtungen der Halbmesser, beym Kronrade stehen sie auf dieser Fläche senkrecht. Alle diese Räder nennt man bezahnte (rotae dentatae, *roues dentées*).

Die Zähne oder Kammen der Räder greifen in Vertiefungen der cylindrischen Wellen, welche daher längst ihrer Seitenflächen abwechselnde Erhöhungen (Stöcke) und Vertiefungen bekommen, wie Taf. XX. Fig. 104., und in dieser Gestalt Getriebe oder Trillinge *(pignons)* genannt werden. Hieraus erklärt sich die Benennung Zahn und Getriebe (*Roue et pignon*), die man dem zusammengesetzten Räderwerke im Allgemeinen beylegt. In den Mühlwerken braucht man statt der Getriebe die eigentlichen Trillinge, wobey zwo hölzerne Scheiben, als Grundflächen eines Cylinders mit runden Stäben (Triebstöcken) zusammengefügt sind, daß also die Erhöhungen durch die Triebstöcke vorgestellt werden, und die Kammen des Rads in den leeren Raum zwischen diesen Stöcken eingreifen.

Ein Beyspiel von zusammengesetztem Räderwerke giebt Taf. XX. Fig. 105. An der Welle A hängt die Last L. an ebendieselbe Welle ist das Rad Q befestiget, dessen Zähne in das Getriebe B eingreifen. Dieses Getriebe ist

zugleich die Welle des Rades R, welches mit seinen Zähnen in das Getriebe C greift. Dieses letzte Getriebe ist die Welle des Rades S, an dessen Umfange die Kraft K nach der Richtung der Tangente MK wirkt. Auf diese Art wirken K und L einander entgegen. Denn man darf nur mit aufmerksamer Betrachtung der Figur untersuchen, wie sich die Räder und Getriebe drehen müssen, wenn K weiter fortgeht, so wird man finden, daß dabey der Punkt der Welle A, an dem L hängt, aufwärts gehen, und L erheben oder näher heranziehen muß.

Man sieht auch, daß die Welle A und das Rad S keiner Zähne bedürfen, daß sogar das Rad S ganz wegbleiben und statt dessen nur ein Arm oder eine Kurbel CM da seyn kan, an der K senkrecht wirkt. Ich will die drey Räder durch die Buchstaben Q, R, S, und ihre Halbmesser durch q, r, s; die drey Wellen durch A, B, C, und ihre Halbmesser durch a, b, c bezeichnen. Unter den Wellen sind eigentlich nur B und C Getriebe oder mit Erhöhungen (Triebstöcken) versehen; ich verstatte mir aber der Kürze halber alle drey Getriebe zu nennen.

Die entgegengesetzten Kräfte K und L werden im Gleichgewichte seyn, wenn sich K zu L verhält, wie das Product aller Halbmesser der Getriebe, zu dem Producte aller Halbmesser der Räder. Denn wirkte eine Kraft l am Umfange des Rades Q, so müste sie um L zu erhalten, zu L selbst im Verhältniße der Halbmesser von A und Q, d. i. im Verhältniße a : q seyn, s. Rad an der Welle. Mit einer diesem l gleichen Gewalt wird also der Triebstock von B, der dem Zahne des Rades Q im Wege steht, von L gedrückt. Es ist daher soviel, als wäre L gar nicht da, aber an B wirkte die Last l. Soll nun diese durch eine Kraft λ am Umfange des Rades R gerade erhalten werden, so muß wiederum λ zu l im Verhältniße der Halbmesser b und r seyn. Mit einer diesem λ gleichen Gewalt drückt der Zahn des Rades R gegen den ihn berührenden Triebstock von C; daher es soviel ist, als wäre auch l gar nicht da, aber an C wirkte die Last λ. Soll nun diese durch die Kraft K am Umfange von S erhalten werden, so

erfordert dies, daß sich $K : \lambda = c : s$ verhalte. Man hat daher

$$\begin{array}{l} K : \lambda = c : s \\ \lambda : l = b : r \\ l : L = a : q \\ \hline \text{Mithin } K : L = a.b.c : q.r.s \end{array}$$

Wenn z. B. jedes Rades Halbmesser den Halbmesser des zugehörigen Getriebes viermal enthält, so wird bey drey Rädern $K : L = 1 : 4 \times 4 \times 4$ seyn, oder man wird eine Last von 64 Pfund mit 1 Pfund Kraft erhalten können.

Jeder Zahn des Rads Q treibt einen Stock des Getriebes B fort. Indem also Q einmal umläuft, wird das Getriebe B, und mit ihm das Rad R, so vielmal umlaufen, so vielmal die Anzahl der Triebstöcke von B in der Anzahl der Zähne von Q enthalten ist, d. i. (weil die Anzahlen der in einander greifenden, mithin gleich großen, Stöcke und Zähne, sich wie die Umkreise von B und Q, oder wie die Halbmesser $b : q$ verhalten) $\frac{q}{b}$ mal. Und aus ähnlichen Schlüßen folgt, daß, indem R einmal umläuft, C und S zugleich $\frac{r}{c}$ mal umlaufen müssen. Indem also Q einmal herum kömmt, geht das letzte Rad S, $\frac{q.r}{b.c}$ mal um. Oder: um zu finden, wievielmal das schnellste Rad herumgeht, indem das langsamste einmal herumkömmt, muß man das Product aus den Halbmessern der bezahnten und wirklich eingreifenden Räder, durch das Product aus den Halbmessern der wirklich eingreifenden Getriebe dividiren. Statt der Halbmesser kan man aber auch die Anzahlen der Zähne und Triebstöcke in diese Rechnung bringen.

Wenn sich das Seil auf der Welle A einmal umgewunden hat, so ist L um einen Raum erhoben oder fortgebracht, der der Peripherie von A gleich oder $= 2\pi a$ ist. Dabey ist das Rad Q einmal, also das Rad S, $\frac{q.r}{b.c}$ mal

umgegangen. Die Kraft K aber hat bey jedem dieser Umgänge einen Weg zurückgelegt, der der Peripherie von S gleich, oder = $2\pi s$ ist. Hieraus hat man

$$\text{Weg von L : Weg von K} = 2\pi a : \frac{q \cdot r}{b \cdot c} \cdot 2\pi s$$

$$= a \cdot b \cdot c : q \cdot r \cdot s = K : L$$

daß sich also auch hier der Raum, durch den die Last bewegt wird, zum Wege, durch den die Kraft gehen muß, verhält, wie die Kraft zur Last im Falle des Gleichgewichts. Kan man z. B. mit 1 Pfund Kraft 64 Pfund Last erhalten, so muß bey wirklicher Bewegung die Kraft durch 64 Schuh gehen, wenn die Last um 1 Schuh bewegt werden soll. So verliert man auch hier an Raum und Geschwindigkeit, was man an Kraft gewinnt.

Diese Theorie des Räderwerks leidet in der Ausübung Ausnahmen wegen des Reibens, dem die Zapfen an den Axen der Räder und Getriebe, in den Zapfenlöchern, worinn sie liegen, unterworfen sind, und wegen des Klemmens und Schiebens der Zähne und Triebstöcke an einander. Das leztere kan man doch großentheils vermeiden, wenn man die Zähne und Stöcke so bildet, daß sie sich an einander nicht schieben, sondern wälzen. Nach Leibnitzens Nachricht (Miscell. Berol. To. I. p. 315.) hat **Römer** zuerst entdeckt, daß die Zähne zu dieser Absicht eine epicykloidalische Gestalt haben müssen, welche **de la Hire** (Oeuvres diverses in Mém. de l'Ac. roy. des sc. depuis 1666 jusqu' à 1699. To. IX.) und **Euler** (Nov. Comm. Petropol. To. V.) genauer untersucht haben. Die gewöhnlichen Gestalten der Zähne und Kammen, deren Verzeichnung **Leupold** (Theatr. Machin. generale §. 85. Tab. 14 u. 15.) und **Beyer** (Mühlenschauplatz. Cap. VII. §. 15.) lehren, geben ein Räderwerk, das so lang schüttert und stößt, bis sich die Zähne selbst an einander abgeschliffen, und sich eine bequeme Gestalt gegeben haben. Das geschieht aber vollkommner, wenn nicht bey allen Umläufen immer wieder einerley Zähne und Stöcke zusammen kommen, sondern jeder Stock des Getriebs nach und nach alle Zähne des Rads trift. Man er-

hält dieses, wenn man für die Anzahlen der Triebstöcke und der Zähne solche Zahlen wählt, die kein gemeinschaftliches Maaß haben (numeri primi inter se), z. B. wenn ein Getriebe von 6 Stöcken in ein Rad von 29 Zähnen greift. Es ist aber schwer, Räder nach Zahlen abzutheilen, die sich nicht dividiren lassen; daher diese Bemerkung im praktischen wenig benützt wird.

Ein sehr zusammengesetztes Räderwerk dient nicht wohl zu Erhebung großer Lasten, theils, weil es kostbar ist, theils auch, weil beym Wirken der Maschine die ganze Last auf einem einzigen Zahne und Stocke ruht, und diese daher viel leiden. Inzwischen findet man beym Leupold u. a. praktischen Schriftstellern mancherley Hebzeuge, Krahne u. dgl. mit Räderwerk. Sehr bekannt ist die Winde der Fuhrleute, bey der man mit einer Kurbel ein Getrieb umtreibt, das in eine bezahnte Stange eingreift, dieselbe hebt, und dadurch die Axe eines Wagenrads, unter welche die Winde gestemmt wird, in die Höhe bringt. Hier dienen die Zähne dazu, das Getriebe mittelst der Stange mit der Last zu verbinden; und es ist nur ein einziges Rad da, dessen Welle das Getriebe vorstellt, der Umkreis aber blos durch die Bewegung der Kurbel beschrieben wird. Also wird die Kraft in dem Verhältniße verstärkt, in welchem sich der Halbmesser des Getriebes und die Länge der Kurbel befinden, s. Rad an der Welle. Ist z. B. die Kurbel achtmal so lang, als der Halbmesser des Getriebes, so kan die Winde mit 1 Centner Kraft 8 Centner Last erhalten. Eben diese Bewandniß hat es mit den Kreuzwinden, durch welche die Kolbenstangen der Luftpumpen aus und eingewunden werden, s. Luftpumpe. Bey der doppelten Winde der Fuhrleute greift das erste Getriebe in ein Rad, an dessen Axe ein zweytes erst in die bezahnte Stange greifendes Getriebe steckt. Hiebey ist eine wirkliche Zusammensetzung zweyer Räder, und die Verstärkung der Kraft ansehnlicher.

Weit öfter aber, und insbesondere bey allen Mühlen und Uhrwerken wird zusammengesetztes Räderwerk in der umgekehrten Absicht gebraucht, nemlich, um durch eine starke aber langsame Kraft Bewegungen mit großer oder

mit regelmäßiger Geschwindigkeit hervorzubringen. In diesem Falle bringt man die Kraft so an, daß sie eine Welle in Bewegung setzt, deren Rad in das Getriebe eines zweyten greift u. s. f. So treibt das Wasser vermittelst des Mühlrads, der Wind vermittelst der Mühlenflügel u. s. w. die Mühlwelle um, deren Kammrad einen Trilling von wenig Stöcken sehr schnell dreht, und dadurch den daraufstehenden Mühlstein oder Läufer in eine geschwinde Bewegung versetzt. Eben so dreht das Gewicht der Uhr die Welle des Minutenrads, welches z. B. mit 80 Zähnen in ein Getriebe von 8 Stöcken greift, und dadurch das Mittelrad von 48 Zähnen umtreibt, welches wieder in ein Getriebe von 8 Stöcken greift, und dadurch das Kronrad von 48 Zähnen treibt. Dieses Kronrad greift in ein Getriebe von 24 Stöcken, an dessen Axe das Steigrad von 15 Zähnen steht. Dieser Einrichtung zu folge läuft das Minutenrad einmal um, indem das Steigrad, als das schnellste, $\frac{80 \,.\, 48 \,.\, 48}{8 \,.\, 8 \,.\, 24} = 120$mal umläuft. Ist nun das Pendel so angebracht, daß nur aller 2 Secunden ein Zahn des Steigrads fortgelassen wird, s. **Pendel**, so dauert jeder Umlauf desselben (weil es 15 Zähne hat) 30 Secunden oder eine halbe Minute; es verrichtet also seine 120 Umläufe in 60 Minuten oder einer Stunde. Die Welle des Minutenrads wird sich daher gerade in einer Stunde umdrehen, und in eben dieser Zeit den an ihr steckenden Minutenzeiger einmal auf dem Zifferblatte herumführen. So dient hiebey das Räderwerk zu Erhaltung einer Bewegung von bestimmter Geschwindigkeit.

So kan man auch kleine Bewegungen weit größer und merklicher machen, wenn man sie auf bezahnte Stangen wirken läßt, welche in Getriebe greifen, und dadurch Räderwerke treiben, an denen das letzte Rad oder statt dessen ein Zeiger 100 bis 1000mal schneller läuft, als die erste Bewegung an sich ist. Ein Beyspiel hievon giebt Musschenbroeks Pyrometer, s. **Pyrometer**.

Man kan auch Räder ohne Zahn und Getriebe durch eine **Schnur ohne Ende** (*corde sans fin*), d. i. durch eine

zusammengebundene Schnur verbinden, die um ihre Peripherien gelegt und stark angespannt wird. Ein Beyspiel giebt Nollets Elektrisirmaschnie (Th. I. Taf. VI. Fig. 112.). Wenn alsdann das große Rad einmal umgedreht wird, so läuft das kleine, oder der **Würtel**, so vielmal um, so vielmal sein Halbmesser im Halbmesser des großen enthalten ist.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math. Mechanische und Optische Wiss. Dritte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Mechanik. §. 74 u. f.

Rauch, Fumus, *Fumée.* Dasjenige, was aus brennenden oder sehr erhitzten Körpern in sichtbarer Gestalt entweicht, und in der atmosphärischen Luft in die Höhe steigt, ohne doch zu glühen oder zu brennen. Wenn diese Ausflüße selbst glühen, bilden sie die **Flamme.** Aus den meisten brennenden Körpern steigt Flamme und Rauch zugleich auf, so daß der Rauch da anfängt, wo die Flamme aufhört. Er ist an den Grenzen der Flamme noch sehr heiß, und läst sich daher durch Annäherung einer andern Flamme leicht wieder entzünden, beym Aufsteigen in der Luft aber wird er bald kälter. Viele stark erhitzte Körper senden auch blos Rauch aus (oder **dampfen**, wie die Dachte ausgeblasener Kerzen), der bey Annäherung einer brennenden Kerze wieder in Flamme ausbricht. Dagegen giebt es auch Flammen ohne wirklichen Rauch, welche unter allen die reinsten und heissesten sind, s. **Flamme.**

Die Erscheinungen geben zu erkennen, daß Rauch und Flamme zwar vieles gemein haben, aber doch auch wesentlich unterschieden sind. Das, was den Rauch ausmacht, bildete, als es noch glühte, die Flamme. Je vollkommner aber die Zersetzung des brennenden Körpers ist, desto lebhafter sind Flamme und Hitze, und desto weniger entsteht Rauch, wie bey der argandischen Lampe. Dagegen dampst ein Körper desto mehr, je unvollkommner seine Verbrennung von statten geht, wie z. B. nasses Holz, ein ausgeblasener Dacht u. dgl. Demnach scheint das, was den Rauch ausmacht, der Flamme selbst nicht wesentlich, son-

dern fremdartig zu seyn, und von einer nicht gänzlich vollendeten Zersetzung des brennenden Körpers herzurühren. Das Product der reinsten Flammen würde den neusten Muthmaßungen zufolge in bloßem Wasser und vielleicht einigem Antheile von Säuren bestehen.

Der Rauch enthält gröstentheils die flüchtigen Theile des brennenden Körpers, er führt aber auch sehr oft feuerbeständige Theile, die die Gewalt des Feuers fortgerissen hat, in großer Menge mit sich. Daher besteht er aus erdigten, ölichten, wässerichten, salzigen Stoffen, welche sublimirt oder in Dampfgestalt aufgetrieben, und entweder mit der atmosphärischen Luft vermischt werden, oder sich an den ersten kalten Körper, der ihnen begegnet, unter der Gestalt des Rußes ansetzen, s. Ruß.

Es giebt Körper, besonders flüßige, welche bey stärkern oder schwächern Graden der Wärme an der Luft ohne Zersetzung verdampfen. Man kan den Dämpfen dieser Körper auch den Namen eines Rauchs geben, obgleich dieser Rauch nichts weiter ist, als der Stof des Körpers selbst in Dampfgestalt. So nennt man die Dämpfe des Salzgeists und rauchenden Salpetergeists einen Rauch, und sagt im gemeinen Leben, daß das kochende Wasser und die heissen Speisen rauchen.

Der Rauch steigt in der atmosphärischen Luft auf, weil ihm Hitze und Verbindung mit dem Wärmestof eine größere specifische Elasticität geben, als die äußere Luft hat. Diese Elasticität dehnt ihn so weit aus, bis er mit der Luft eine gleiche absolute Elasticität erhält, welches erst erfolgt, wenn er dünner, als die Luft, mithin specifisch leichter, geworden ist. Er steigt also aus eben dem Grunde, wie die mit erhitzter Luft gefüllten Montgolfieren, und zwar so weit, bis er in die Luftschicht gelangt, welche mit ihm gleiche specifische Schwere hat. Im luftleeren Raume sinkt er abwärts, eben so auch in der sehr verdünnten Luft auf den Gipfeln hoher Berge. Der Rauch des Aetna fließt aus dem Crater längst der Seite des Berges hinab bis in die gleich schwere Luftschicht, wo er sich erst wie eine Wolke ausbreitet.

Die Luftsäure oder fixe Luft zieht den Rauch der Kerzen und Fackeln an sich, hält ihn fest, und wird durch ihn sichtbar, s. Gas, mephitisches. Da diese Mischung von Dämpfen und Luftsäure etwas schwerer ist, als die atmosphärische Luft, so sinkt sie in der letztern nieder. So kan man Rauch aus einer Flasche in Gefäße gießen; wenn diese voll sind, laufen sie über, und der Rauch scheint an ihren Wänden herabzufließen.

Rauh, Asper, *Apre*, *Inégal*, *Raboteux*. Rauh heißt ein Körper, oder vielmehr die Oberfläche eines Körpers, wenn einige ihrer Theile über die andern merklich hervorragen. Wir haben keinen Körper, der nicht, eigentlich zu reden, rauhe Oberflächen hätte, und selbst an den geschliffenen Flächen der Gläser, Steine und Metalle entdeckt das Mikroskop noch viele Erhöhungen und Vertiefungen. Wir können also die Rauhigkeit der Körper zwar vermindern, aber nie ganz vernichten; da die Körper Zwischenräume haben, so stellen diese auf ihren Flächen allemal die vertiefteren Stellen vor, über welche die Theile des Körpers selbst hervorragen. Flächen, deren Rauhigkeit gering ist, nennen wir glatt, s. Glatt, und die Rauhigkeit vermindern heißt Glätten oder Poliren. Wenn rauhe Flächen an einander hin verschoben werden, so greifen die Erhabenheiten der einen in die Vertiefungen der andern, und veranlassen dadurch einen Widerstand, den man das Reiben nennt, s. Reiben.

Raum, Spatium, *Espace*. Wir bezeichnen mit dem Worte Raum die Vorstellung der Ausdehnung, oder des Neben- und Umeinanderliegens der Körper und ihrer Theile, s. Ausdehnung. Wenn wir uns den Körper selbst gedenken, so müssen wir uns nothwendig nebeneinanderliegende Theile desselben (partes extra se invicem positas) vorstellen, so daß die innern von den äussern auf allen Seiten umschlossen werden. Nur hiedurch erhalten wir den Begrif von körperlicher Ausdehnung, der bey der Vorstellung des Körpers selbst noch mit dem Begriffe von

Undurchdringlichkeit, oder von einem materiellen Stoffe verbunden ist. Eben so, wenn wir uns zween verschiedene Körper zugleich gedenken, müssen wir beyde ausser einander (extra se invicem) setzen, weil uns unsere Sinne belehren, daß Eindrücke von verschiedenen Körpern nie aus einerley Orte herkommen. Hiedurch erhalten wir den Begrif von Verschiedenheit der Orte oder von Abstand und Entfernung der Körper von uns, und von einander selbst. Sondert man diese Begriffe ganz rein ab, und trennt sie von der Vorstellung des Körpers oder des undurchdringlichen Stoffes selbst, so bleibt der Begriff der Ausdehnung allein oder des **Raumes** zurück, der den Gegenstand der geometrischen Betrachtung und Messung ausmacht, und dessen Grenzen auf die Begriffe von Flächen, Linien und Punkten leiten.

So drückt der Name Raum blos eine Vorstellungsart oder Denkform aus, welche eine nothwendige Bedingung unserer Ideen von gleichzeitigen oder coexistirenden körperlichen Dingen ist. Etwas ähnliches ist für succedirende Dinge die Zeit. Man kan also den Raum nicht mit den Epikuräern und einigen Neuern als ein für sich bestehendes Ding ansehen, dessen Daseyn vor der Körperwelt habe vorausgehen müssen. Ob aber alle Räume, die wir uns in der wirklichen Welt vorstellen können, in der That mit Körpern und Theilen derselben erfüllt sind, oder nicht, ist eine andere Frage, von welcher man das nöthigste bey dem Worte Leere findet.

Den Raum, den ein bestimmter Körper einzunehmen oder zu erfüllen scheint, nennt man des Körpers Volumen oder Umfang, s. Volumen.

In der Lehre von der Bewegung wird unter dem Worte **Raum** die Länge des von einem bewegten Punkte zurückgelegten Weges verstanden, s. Bewegung (Th. I. S. 327.).

Raum, leerer, s. Leere.
Raum, luftleerer, s. Leere.
Rautenglas, s. Polyeder.

Reaction, s. Gegenwirkung.

Reaumürisches Thermometer, s. Thermometer.

Rechtläufig, Directus, *Direct*. So nennt man die Bewegung eines Planeten, oder auch den Planeten selbst, wenn sein scheinbarer Lauf unter den Fixsternen der Ordnung der himmlischen Zeichen folgt, s. **Folge der Zeichen**. Man nennt auch die Kometen rechtläufig, wenn sie nach dieser Richtung unter den Fixsternen fortrücken. Aus der Sonne betrachtet sind die Umläufe und Umdrehungen aller Planeten jederzeit rechtläufig. Unter den Kometen aber giebt es einige, deren Lauf in der That nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt, s. **Rückläufig**.

Recipienten, Vasa recipientia, Excipula, *Recipiens*. In der physikalischen und chymischen Experimentalgeräthschaft führen den Namen der Recipienten verschiedene Gefäße, welche bestimmt sind, flüßige Materien aufzunehmen, die man entweder aufsammlen, oder durch irgend eine Bearbeitung verändern, oder in denen man das Verhalten eines andern Körpers untersuchen will.

In der Chymie nennt man Recipienten oder **Vorlagen** diejenigen Gefäße, welche an den Hals oder Schnabel des Destillirgeräths angefügt werden, um die Producte der Destillation aufzufangen, s. **Destillation**. Man macht sie von Glas, wegen der Unzerstörlichkeit und Durchsichtigkeit dieser Substanz, und giebt ihnen die Gestalt von Kugeln (Ballons), Phiolen u. dgl.

Beym pnevmatisch-chymischen Apparat heissen die Gefäße, in welchen man die entwickelten Gasarten aufsammlet, ebenfalls Recipienten. Hiezu schicken sich am besten gläserne Cylinder, s. **Pnevmatisch-chymischer Apparat**.

Auch beym Gebrauche der Luftpumpe nennt man die gläsernen Gefäße, unter welchen die Luft verdünnt oder verdichtet wird, Recipienten. Hier wird ihr oberer Theil halbkugelförmig, der untere cylindrisch gebildet, damit sie wegen der runden Gestalt dem Drucke des Luftkreises mehr widerstehen, der platte Flächen leicht zerdrücken würde.

Dieser Gestalt halber führen sie auch den Namen der Glocken. Ihr unterer Rand wird genau abgeschliffen, damit sie an den Teller der Pumpe fest anschließen, und oben werden sie der bequemern Behandlung wegen mit einem Glasknopfe versehen. So kan man Körper, die auf dem Teller liegen, oder vom obern Theile der Glocke herabhängen, in verdünnter oder dichterer Luft beobachten, und ihr Verhalten darinn untersuchen, s. Luftpumpe (oben S. 84.).

Reciprocation der Pendel, Reciprocatio penduli, *Reciprocation du pendule.* Eine kleine Bewegung, die sich nach der Behauptung einiger Naturforscher an einem langen, sonst völlig ruhenden, Pendel aus der Ursache zeigen soll, weil die Stelle des Schwerpunkts der Erde, mithin auch die Richtung der Schwere, veränderlich ist.

Daß sich durch die Ursachen, welche Ebbe und Fluth bewirken, die Lage der Oberfläche der Gewässer und die darauf lothrecht gerichtete Vertikallinie oder Richtung des Falles der Körper ein wenig ändern müsse, ist aus der Theorie der Ebbe und Fluth leicht zu übersehen. Es ist aber die Frage, ob diese äusserst geringe Aenderung bey irgend einem Bleylothe oder Pendel merklich seyn könne. Ein Freund des Gassendi, Namens Calignon de Peirins, wollte im vorigen Jahrhunderte an einem Pendel von 30 Fuß Länge eine solche mit den Gange der Ebbe und Fluth übereinstimmende Bewegung bemerkt haben, mit welcher das Pendel von 6 zu 6 Stunden etwas weiter nordwärts, und wieder zurück gienge. Gassendi nannte sie Reciprocation, wie Ebbe und Fluth selbst Reciprocatio maris heißt. Man findet die Geschichte dieser Versuche und der darüber geführten Streitigkeiten in den Schriften der pariser Akademie (Histoire de l'Acad. roy. 1742.) erzählt; Bouguer (Sur la direction, qu' affectent les Fils-à-plomb in Mém. de Paris 1754. p. 250 sqq.) hat endlich durch sehr sorgfältige Versuche gefunden, daß die kaum merklichen Aenderungen, die man etwa in der Richtung sehr langer Pendel wahrnimmt, nichts regelmäßiges und periodisches zeigen, und also blos von zufälligen und localen Ursachen herrühren, nie-

mals aber einen bestimmten Einfluß auf die Beobachtungen haben können.

Brisson Dict. raisf. de Phys. art. *Reciprocation du Pendule.*

Rectascension, s. Aufsteigung, gerade.

Rectification, Rectificirung, Rectificatio, *Rectification.* So nennt man die sorgfältige Reinigung gewisser flüßigen Materien, vermittelst der Destillation und Sublimation.

Wenn hiebey die heterogenen Substanzen flüchtiger sind, als die Materie, welche von ihnen gereinigt werden soll, so geht das Unreine in die Vorlage über, und die rectificirte Materie bleibt im Destillirgefäße zurück. Ist das übergetriebne ganz oder großentheils Wasser, so heißt die Operation auch das Dephlegmiren oder Entwässern, wovon das Concentriren der Vitriolsäure ein Beyspiel ist.

Ist aber derjenige Theil, den man rein zu erhalten wünscht, der flüchtigere, so daß das heterogene bey der Destillation zurück bleibt, so heißt das Verfahren eine eigentliche Rectification. Von dieser Art ist die Rectificirung der wesentlichen Oele und des Weingeists, wodurch die Oele von den beygemischten brenzlichen und salzigen Theilen, und die brennbaren Geister von Wasser und ölichten Beymischungen gereiniget werden.

Was bey dem Abziehen solcher Feuchtigkeiten, die die Weingährung überstanden haben, übergeht, heißt Brantwein (Vinum adustum, *Eau de vie*), und ist von der nöthigen Reinigkeit des Weingeists noch weit entfernt. Man verwandlet den Brantwein in Weingeist durch nochmalige Destillation bey gelindem Feuer im Wasserbade, wobey der geistigste Theil allezeit zuerst übergeht, und den rectificirten Weingeist ausmacht. Es muß aber diese Operation, wenn man eine genugsame Menge Weingeist erhalten will, im Großen angestellt werden, z. B. nach Baume's Vorschrift mit 300 Pinten Brantwein, wobey die zuerst

übergehenden 12 — 15 Pinten einen höchst rectificirten Weingeist geben.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Rectificiren.

Reduction, Reductio, *Réduction*. Die Beobachtungen geben uns oft Bestimmungen, deren Größe von gewißen dabey vorhandenen veränderlichen Umständen abhängt, und die offenbar anders ausfallen würden, wenn diese Umstände anders wären. Die Veränderung oder Verwandlung der Bestimmungen in dasjenige, was sie unter gegebnen andern Umständen seyn würden, heißt Reduction derselben auf diese Umstände.

So waren Längen und Breiten der Fixsterne in dem Verzeichniße des Hipparchus aus alten 150 Jahre v. C. G. gemachten Beobachtungen bestimmt. Da das Vorrücken der Nachtgleichen die Längen ändert, so verwandlete Ptolemäus die Angaben in das, was sie im Jahre 137 n. C. G. seyn musten, und die Araber brachten sie weiter auf das, was sie für 880 n. C. G. werden musten. Dies waren nicht neue Beobachtungen, sondern bloße Reductionen des alten Verzeichnißes auf andere Jahre, s. Fixsternverzeichniße.

Wenn das Quecksilber im Barometer 26 Zoll 6 Lin. hoch steht, so giebt es zwar dadurch eine Bestimmung des Drucks der Atmosphäre, aber die Größe dieser Bestimmung hängt auch mit von der Wärme des Quecksilbers im Augenblicke der Beobachtung ab, die z. B. 40 Grad nach Fahrenheit war. Bey eben dem Drucke des Luftkreises würde das Quecksilber anders gestanden haben, wenn seine Wärme 70 Grad nach Fahrenheit gewesen wäre. Man findet durch das beym Worte Barometer (Th. I. S. 263 u. f.) gelehrte Verfahren, daß sein Stand alsdann fast 26 Zoll 7 Lin. hoch würde gewesen seyn. Diese Veränderung der unmittelbaren Angabe des Barometers heißt eine Reduction auf die Temperatur 70 Grad.

Hat man Bestimmungen zu vergleichen, die aus Beobachtungen unter verschiedenen Umständen gezogen

sind, so ist allezeit eine vorgängige Reduction auf einerley Umstände nöthig, weil man sonst Größen vergleichen würde, die sich nicht auf einerley Einheit bezögen. Man thut dabey am besten, wenn man eine gewisse Beschaffenheit der Umstände, als eine allgemeine Norm, festsetzt, und das Resultat jeder Beobachtung gleich auf diese Norm reducirt, z. B. alle Angaben der Barometer auf die Temperatur von 16$\frac{1}{4}$ reaumürischen oder 70 fahrenheitischen Graden, s. Normaltemperatur.

Reduction der Metallkalke, Wiederherstellung der Metalle aus ihren Kalken, Reductio, *Réduction*. Diesen Namen führt in der Chymie jedes Verfahren, wodurch ein Metall, welches die metallische Gestalt und Eigenschaften verlohren hatte, wiederum in den vorigen regulinischen Zustand versetzt wird, s. Metalle, Kalke, metallische.

So, wie die Entziehung des Brennbaren die Metalle in Kalke verwandlet, so giebt die Wiedervereinigung mit dem Brennbaren den Kalken die metallische Gestalt wieder, und bewirkt dadurch ihre Reduction. Die Kalke sind sehr geneigt, das Phlogiston wieder anzunehmen, wenn man nur ihre Verkalkung oder Dephlogistication nicht allzuweit getrieben hat, und ihnen das Brennbare in einer schicklichen Gestalt darbietet. Die Kalke des Bleys, Eisens, Wißmuths, Kupfers werden durch bloße Berührung des Phlogistons in Dampfgestalt, z. B. durch die Dämpfe der Schwefelleber, reducirt; aber freylich, wenn sie beträchtliche Massen ausmachen, nur auf der Oberfläche. Eben diese Kalke werden auch auf dem nassen Wege aus den Auflösungen in metallischer Gestalt niedergeschlagen, wenn man sich einer Substanz, die ihnen Phlogiston genug mittheilen kan, z. B. eines andern Metalls, zum Fällungsmittel bedient. So schlägt das Eisen aus kupferhaltigen Wassern Kupfer in metallischer Form nieder, s. Cementwasser. Aber auch hiebey bleiben die Theile des wiederhergestellten Metalls entweder ganz getrennt, oder werden doch nicht vollkommen zu gleichartigen dichten Massen verbunden.

Das beste Hülfsmittel zu geschwindern Reductionen ist demnach die Schmelzung. Man vermischt den Kalk mit der gehörigen Menge von Kohlenstaub oder andern viel Brennstof abgebenden Materien, bringt eine Substanz hinzu, welche die Schmelzung und Scheidung des Metalls von den Schlacken erleichtert, und setzt das Ganze in verschloßnen Gefäßen ohne Zutritt der äussern Luft dem Feuer aus.

Bey diesen Reductionen wird allezeit eine große Menge Gas aus den Kalken entwickelt, welche ein beträchtliches Aufschwellen der ganzen Masse verursachet, daher man auch im Anfange nur ein mäßiges Feuer geben darf. Wenn man beym Reduciren Phlogiston zugesetzt hat, so besteht das entwickelte Gas gröstentheils aus Luftsäure oder fixer Luft.

Ein besonderes Phänomen ist es allerdings, daß die Kalke der edlen Metalle, ingleichen der ohne Zusatz bereitete, und der rothe Quecksilberniederschlag, durch die bloße Hitze in verschloßnen Gefäßen, ohne Zusatz von Phlogiston, reducirt werden. Diese Erscheinung kan nicht anders, als durch die genaue Vereinigung erklärt werden, welche in diesen Metallen zwischen ihren Erden und dem Phlogiston statt findet. Die Kalke der edlen Metalle lassen sich wegen ihrer Feuerbeständigkeit nicht anders, als durch Auflösungen und Niederschläge bereiten, und es scheint dabey der gröste Theil ihres Phlogistons noch in den Kalken zurückzubleiben, und bey der Schmelzung ohne weitern Zusatz die Reduction zu bewirken. Von den Quecksilberkalken, ob sie gleich durchs Feuer bereitet sind, s. **Quecksilber**, muß man das nemliche sagen, oder nach Crawfords Theorie annehmen, daß in ihnen der Grundtheil der reinen Luft mit Phlogiston zu einem neuen Stoffe verbunden, zurückbleibe, und bey der Reduction durch die Hitze wiederum zersetzt werde, wenn man nicht lieber gestehen will, daß das ganze Phänomen bis jetzt noch nicht hinlänglich erklärt ist.

Die wiederhergestellten Metalle wiegen weniger, als die Kalke, aus denen sie bereitet sind, ob sie gleich einen Zusatz von Phlogiston erhalten haben. Dies erklärt sich aber sehr leicht und natürlich aus der Menge von Gas, wel-

che bey der Wiederherstellung davon geht. Ist die Reduction ohne Zusatz von Phlogiston geschehen, wie bey den Quecksilberkalken, so besteht dieses Gas aus der reinsten dephlogistisirten Luft, s. **Gas, dephlogistisirtes**, (Th. II. S. 373. 374.), **Kalke, metallische** (Th. II. S. 735.), woraus es wahrscheinlich wird, daß zu den Metallkalken überhaupt ein großer Antheil von reiner Luft komme, der ihr Gewicht vermehrt, und bey der Reduction wieder hinweggeht, durch zugesetztes Phlogiston aber auf eine noch unbekannte Weise fixe Luft oder Luftsäure hervorbringt.

Nach dem antiphlogistischen System besteht die Reduction in einer Entziehung des säureerzeugenden Grundstofs (*principe oxygène*) der Kalke, welcher mit dem freyen Feuer allein verbunden reine Luft, mit Kohlenstof und Feuer zugleich Luftsäure bildet, und dessen Hinweggehen die natürliche Ursache der Verminderung des Gewichts ist. Aus dieser Vorstellungsart erklären sich alle obige Phänomene ganz leicht, wenn man annimmt, daß die Kalke der edlen Metalle und des Quecksilbers weniger Verwandtschaft mit dem sauren Grundstoffe haben, als andere Metallkalke, bey denen der Kohlenstof erst als Zwischenmittel wirken muß, um sie davon zu befreyen. Auch sind Lavoisier und Bayen durch diese Erscheinungen vornehmlich bewogen werden, das Stahlische Phlogiston ganz zu verwerfen. Aber die angeführten Schwierigkeiten scheinen noch nicht wichtig genug, um ihrer leichtern Erklärung halber eine Vorstellungsart aufzugeben, deren Wahrscheinlichkeit sich aus andern Gründen behaupten läßt, s. **Phlogiston**.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Reduciren.
Hagen Grundriß der Experimentalchemie, §. 111 S. 244 u. f.

Reflexion, s. Zurückwerfung.
Reflexionswinkel, s. Zurückwerfungswinkel.
Refraction, s. Brechung.
Refractionswinkel, s. Brechungswinkel.

Regen, Pluvia, *Pluie*. Diesen allgemein bekannten Namen führt das Herabfallen des Wassers aus den Wol-

ken, in Gestalt der Tropfen. Man kan es jeßt als einen durch unmittelbare Beobachtung erwiesenen Saß ansehen, daß die sichtbaren Dünste, d. i. Wolken und Nebel, schon tropfbares Wasser in der Gestalt von Dunstbläschen enthalten, s. **Dünste, Wolken.** Der Regen entsteht also, wenn diese Dunstbläschen aus irgend einer Ursache zerplaßen, wobey ihr Wasser sich nach den gewöhnlichen Gesetzen der Anziehung und Schwere in Tropfen vereinigen, und durch die Luft herabfallen muß. Ich werde unter diesem Artikel zuerst die merkwürdigsten Phänomene des Regens erzählen, und dann einige Meinungen über die Ursachen der Entstehung desselben anführen.

Man sieht den Regen fast niemals anders, als aus Wolken, fallen, unter welchen auch die schwärzesten und undurchsichtigsten das meiste Wasser geben. Doch sahe **Musschenbroek** im Sommer bey windstiller Luft und einer großen fast erstickenden Hiße, wenige Regentropfen bey heiterm Himmel herabfallen.

Der gemeinen Meinung nach fallen allezeit flüßige Regentropfen, wenn die Regenwolke unterhalb der beständigen Schneegrenze steht, und die tiefern Luftschichten nicht unter den Eispunkt erkältet sind; ausserdem entsteht statt des Regens Schnee oder Hagel. Aber neuern Beobachtungen zufolge hat man Ursache zu glauben, daß auch Schnee und Hagel bisweilen in sehr niedrigen Gegenden des Luftkreises entstehen; s. **Hagel.** Inzwischen kan der Schnee der höhern Gegenden, wenn er unten durch wärmere Luftschichten geht, in selbigen zerschmelzen und sich in Regen verwandeln. So bemerkt **Lambert** (Acta Helvet. Vol. III. p. 325.), daß es zu Chur in Bündten oft im Thale regnet, wenn auf dem nahe gelegnen Calandsberge Schnee fällt.

Musschenbroek (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2360.) beschreibt die gewöhnlichen Erscheinungen des Regens auf folgende Art. Wenn es regnen will, zeigen sich zuerst zerstreut schwebende weisse Wolken, die sich immer mehr vereinigen, mit andern hinzukommenden sich in eine gleichförmige Wolke zusammenziehen und den ganzen sichtbaren Himmel bedecken. Diese Wolken werden immer dich-

ter, senken sich, verlieren die weiße Farbe, schwächen das Taglicht mehr oder weniger, und scheinen gegen die Erde zu gleichsam einen Rauch von sich zu geben, bis sie endlich den Regen ausgießen. Je weißer die Wolke ist, desto dünner ist der Regen, und desto kleiner sind die Tropfen. Zuweilen ist nicht der ganze Himmel überzogen, sondern es schweben an demselben nur einzelne schwarze und dichte Wolken, aus welchen es regnet; dieser Regen (der Strichregen) hört auf, wenn der Wind die Wolke forttreibt, und der Himmel wieder heiter wird. Wenn eine gleichförmige Wolke den ganzen Himmel überzieht (Landregen), fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe und gleich weit aus einander; hingegen sind sie ungleich und fallen bald dichter bald dünner, wenn der Himmel nach einer Gegend weißer, nach der andern dunkler aussieht.

Wenn eine Wolke durchgehends gleichförmig, aber langsam, verdichtet wird, daß sich die Dünste nach und nach vereinigen, oder wenn die Verdichtung am untern Theile anfängt, und langsam nach oben zu fortgeht, so bilden sich kleine Tropfen, welche langsam fallen, und es entsteht ein Staubregen (psecas) s. Naß Niedergehen: fängt aber die Verdichtung am obern Theile an, so werden die Tropfen durch die Vereinigung mit mehreren, die im untern Theile während des Falles hinzukommen, größer. Verdichtet sich eine ganze Wolke plötzlich, so fallen sehr große und dichte Tropfen, oder das Wasser fällt auf einmal in ganzen Massen herab. Dies sind die Platzregen (imbres, *pluies d'orage*) und Wolkenbrüche (fracturae nubium, exhydriae). Die Tropfen sind gewöhnlich an niedrigen Orten größer, als auf den Bergen, wie man dies auch an den Hagelkörnern bemerkt. Sehr oft fängt der Regen mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewissen Grade stärker und dichter, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf.

Selten beträgt der Durchmesser der Regentropfen über ¼ rheinl. Zoll; aber näher nach dem Aequator hin sollen die Tropfen manchmal über einen Zoll im Durchmesser haben. Sie fallen, besonders wenn sie klein sind, wegen des Wider-

stands der Luft sehr langsam, und nicht mit beschleunigter sondern mit gleichförmiger Bewegung. **Pitot** (Mém. de Paris 1728.) berechnet, daß bey stillem Wetter ein Tropfen von einem Hundertmilliontheil Zoll Durchmesser nur 4 Zoll in einer Secunde falle. Fielen diese Tropfen, wie im luftleeren Raume, so würden sie durch 6000 Fuß Fallhöhe die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel erhalten, und ein einziger Regenguß würde die ganze lebende Schöpfung zu Grunde richten.

Die Anzahl der Regentage (die mitgerechnet, an denen Schnee oder Hagel fällt) ist sehr ungleich. In Petersburg rechnet **Kraft** (Comment. Acad. Petropol. Vol. IX. p. 348.) deren jährlich nicht mehr, als 40; **Musschenbroek** in Leiden 107; in Chur zählte **Lambert** 138 heitere, 112 trübe, 115 Regentage, und **Bergmann** giebt für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage an. Es giebt Länder, wo es sehr selten regnet, und in der heissen Zone fällt die Regenzeit gewöhnlich nur in die Monate, in denen die Sonne am höchsten steht. **Musschenbroek** (Introd. To. II. §. 2365.) giebt ein ziemlich starkes Verzeichniß von den Regenzeiten verschiedener Länder aus Reisebeschreibungen, woraus man sieht, daß hiebey fast alles von der Lage gegen Meer, Seen, Flüße, Gebirge und Waldungen abhange. Holland hat zwar nicht so viel Regen, als manche andere Länder, aber fast immer trüben Himmel; Leiden z. B. sieht im Durchschnitt genommen jährlich nur 28 völlig heitere Tage.

Die Menge des gefallenen Regens mißt man durch ein eignes Werkzeug, s. **Regenmaaß**, und drückt sie durch die Höhe aus, in welcher das gefallene Wasser die Fläche, die es traf, bedecken würde, wenn es sich gleichförmig über dieselbe verbreitete. Seit der Mitte des verfloßenen Jahrhunderts hat man angefangen, Beobachtungen hierüber zu sammlen, und daraus die jährliche Summe des aus dem Luftkreise fallenden Niederschlags zu berechnen, wozu aber ausser dem Regen auch der Schnee, Hagel, Thau, Reif u. dgl. gerechnet werden muß. Die Schätzung des Thaues

hat hiebey die meisten Schwierigkeiten gemacht, und ist an manchen Orten ganz unterlassen worden.

Brisson giebt aus der Connoissance des tems eine Uebersicht der von 1702 bis 1757 jährlich zu Paris gefallenen Regen und Schneemengen, wovon ich hier nur die Durchschnitte von 10 zu 10 Jahren mittheilen will

Von	1702—1710	. .	18 Zoll	6 Lin.
—	1711—1720	. .	17	1
—	1721—1730	. .	13	9
—	1731—1740	. .	16	—
—	1741—1750	. .	15	7
—	1751—1757	. .	20	—

Das Mittel hieraus ist 16 Zoll 10 Lin. Die Jahre sind aber sehr verschieden, z. B. 1711 beträgt der Regen 25 Zoll 2 Lin. 1723 nur 7 Zoll 8 Lin. Von 1779 bis 1785 war das Mittel aus 7 Jahren für Paris 18 Zoll 9 Lin.

Folgende Tafel ist auch aus Brisson, ihr gröster Theil aber steht schon beym Musschenbroek.

Jährliche Menge des Regens

zu

Utrecht	=24	rheinl. Z.	Pisa	=34½	pariser Zoll
Leiden	=29⅓	—	Zürich	=32	—
Harlem	=24	—	Ulm	=26⅛	rheinl. Zoll
Haag	=27½	—	Wittenberg	=16½	—
Delft	=27	—	Berlin	=20	—
Dordrecht	=40	—	Lancaster	=41	londn. Zoll
Middelburg in Zeeland	=33	—	Upminster	=29½	—
Im Südersee	=27	—	Plymouth	=30,909	—
Harderwyk	=27	—	Edinburgh	=22,518	—
Paris	=20	paris. Z.	Upsal	=15	schwed. Dec. Z.
Lion	=37	—	Algier	=27—28	londn. Z.
Rom	=20	—	Madera	=31	—
Padua	=37½	—	Charlestown	=51	—

Man wird hieraus schon übersehen, daß die Ungleichheit nach Zeit und Ort sehr groß ist, und es schwer macht,

zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche ein schickliches Mittel zu wählen. Bergmann glaubt, man könne 30 Zoll jährlich für das allgemeine Mittel nehmen; denn wenn es gleich an einigen Orten fast gar nicht regne, und in Europa die mittlere Höhe meistens nur 15 — 20 Zoll betrage, so gebe es doch Orte, wo es fast immer regne, und andere, wo das Wasser zu gewissen Zeiten fast herunter gegossen werde. Unter dieser Voraussetzung beträgt die Menge des jährlichen Niederschlags über die ganze Erdfläche (weil 30 Zoll = $\frac{1}{9150}$ geogr. Meile) $\frac{9282060}{9150}$ = 1016 geographische Cubikmeilen. Im Ganzen genommen muß der Niederschlag aus dem Luftkreise eben soviel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünstungen zuführt, s. Ausdünstung, weil sonst der Luftkreis ein beständiges Zu- oder Abnehmen seines Gewichts zeigen müste, dergleichen doch die Barometer nicht angeben.

Von einigen Orten hat man besondere Beobachtungen, woraus erhellet, daß an eben derselben Stelle in der Höhe weniger Regen fällt, als in der Tiefe. D. Heberden (Philos. Trans. Vol. LIX. P. I.) fand, daß sich oben auf der Kirche der Westminster Abtey, auf einem Hause daneben, und noch $15\frac{1}{2}$ Fuß tiefer, die Regenmengen alle Monate, wie 5, 8 und 10 verhielten, und auf einem Berge in North-Wales verhielt sich binnen 4 Monaten der Regen auf dem Gipfel zu dem am Fuße, wie 8,165 zu 8,766.

Gewöhnlich ist das Regen- und Schneewasser sehr rein, und zu den meisten chymischen Operationen eben so wohl, als das destillirte, zu gebrauchen, wenn es mit der gehörigen Vorsicht aufgefangen worden ist. Zu dieser Absicht aber muß es bey einem stillen Regen ohne Sturm, und wenn es bereits eine Zeitlang geregnet oder geschneyt hat, unter freyem Himmel, entfernt von den Wohnungen der Menschen, in irdenen, oder noch besser in weiten gläsernen Gefäßen, aufgefangen seyn. Dennoch enthält es nach Marggraf (Chym. Schriften, Th. I. Num. XVIII. §. 7.) und Bergmann (De analysi aquarum §. 4.) noch immer etwas salzsäurehaltiges Kalksalz und einen geringen Antheil Salpetersäure.

Da sich im Luftkreise mancherley fremdartige Materien befinden, wovon die Sonnenstäubchen ein bekanntes Beyspiel sind, auch leichte Körper schon durch eine schwache Bewegung der Luft in die Höhe gehoben und lange Zeit darinn erhalten werden können, so darf es nicht befremden, wenn der Regen bisweilen heterogene Dinge mit sich bringt, oder sonst in seiner Farbe u. dgl. etwas besonderes zeigt. So fällt bisweilen mit dem Regen Erde, Sand, Blumenstaub von Pflanzen, insbesondere von Nadelhölzern, Saamen von Pflanzen, ausgeworfene Asche aus den Vulkanen u. dgl. herab. Ohne Zweifel sind durch solche Begebenheiten die abentheuerlichen Erzählungen des Alterthums und der mittlern Zeit von mancherley wunderbaren Regen veranlasset worden, wobey man aber auch vieles für Spuren des Regens gehalten hat, was gar nicht aus dem Luftkreise gekommen war.

Schwefelregen wird von **Spangenberg** (Mannsfeld. Chronik beym J. 1658.) und andern beym Musschenbroek angeführten Schriftstellern häufig erwähnt. Nach **Scheuchzer** (Meteorologia Helvet. p. 14.) fiel 1677 ein gelber Regen so reichlich, daß auf dem Zürchersee und den benachbarten Brunnen ein gelbliches Pulver schwamm. Eben dies beobachtete **Hollmann** 1749 in Göttingen (Comm. Gotting. Vol. III. p. 59.) und **Grischow** in Berlin. Am 19 April 1761 fiel zu Bourdeaux mit dem Regen ein gelbes Pulver herab, das den Boden hie und da auf 2 Lin. hoch bedeckte; man schickte Proben davon an die pariser Akademie, und die Physiker erkannten es einstimmig für den Blumenstaub von Tannen, welche um Bourdeaux sehr häufig sind und eben damals blühten.

Homer (Iliad. Rhapf. λ.), **Cicero** (De divinat. L. II.), **Livius** (XLII. 20.), **Plinius** (H. N. II. 56.) erwähnen **Blutregen**, dergleichen auch neuere, z. B. **Gemma Frisius** (Cosmograph. L. II. c. 2.) anführen. **Gassendi** (Vita Peirescii Lib. II.) erzählt von **Peiresc**, er habe nach einem vermeinten Blutregen in Frankreich die rothen Flecke, die man für Spuren der Regentropfen hielt, auch an bedeckten Orten gefunden, und entdeckt, daß sie von rothen

Insecten herrührten, dergleichen auch Hildebrand (Acta litterar. Svec. an. 1731. p. 23.) 1711 im Regen gefunden hat. Auch giebt es Schmetterlinge, welche indem sie aus den Larven hervorgehen, einige rothe an Steinen und Mauren klebende Tropfen von sich geben, welche von Leichtgläubigen für Blutstropfen gehalten werden können. Dennoch führt Bergmann an, daß am 9 Oct. 1764 zu Cleve, Utrecht und an mehr Orten wirklich ein röthlicher Liquor im Regen herabgefallen sey.

Von angeblichen **Weizen- und Kornregen** führt Musschenbroek Beyspiele an, die durch Taxussaamen und Wespenlarven, welche der Wind umhergestreut hatte, veranlasset waren. Wenn es in Gegenden regnet, wo das kleine Schellkraut (Ranunculus Ficaria, Chelidonium minus) häufig wächst, so entblößt der Regen die feinen Wurzeln desselben, deren herumgestreute Zwiebeln leicht für herabgefallene Körner können angesehen werden. Stein- Sand- Aschenregen sind theils Wirkungen der Vulkane, theils werden in sandigen Gegenden, oder nach vorhergegangener Dürre, oftmals Sand und Staub vom Winde bis zu beträchtlichen Höhen erhoben und weit fortgeführt, daher sie an entlegnen Orten mit dem Regen wieder herabfallen. Nach einem Sturme ist das erste Regenwasser gewöhnlich so stark mit Staub vermischt, daß es einen groben erdigten Bodensatz fallen läst. **Priestley** (Exp. and Obs. rel. to various branches. etc. Vol. II. 1781.) fand auch, daß alle aus Erden entwickelte Luftarten eine weisse Materie enthalten, die sich erst absetzt, wenn die Luft kalt wird. Die Milch- Fleisch- Frosch- Regen u. dgl. sind Fabeln, wozu vielleicht locale Zufälle Gelegenheit gaben. Avicenna führt sogar einen Kälberregen (vitulis pluisse) an. So hat man einen Bret- und Ziegelregen, sagt Musschenbroek, wenn der Sturm ein Dach mitnimmt.

Bisweilen bringt der Regen soviel Elektricität mit herab, daß er leuchtet. Bergmann sahe 1759 im September zween solche **Feuerregen**, deren Tropfen auf dem Felde und gegen andere Körper Funken gaben, so daß es in diesen zwo dunklen Nächten nicht anders aussahe, als

wenn das ganze Feld mit Feuer überzogen wäre. Er glaubte, das Taglicht möge oft hindern, diese Regen für leuchtend zu erkennen.

Gewöhnlich fällt das Barometer bey bevorstehendem Regen, und steigt wieder, wenn der Himmel heiter werden will. Diese Regel ist aber bey weitem nicht ohne Ausnahme, s. Barometerveränderungen.

Der Regen gehört zu den wohlthätigsten Veranstaltungen des Schöpfers. Er befeuchtet den Boden, unterhält und befördert die Vegetation, reiniget und erfrischet die Luft, mäßigt die Hitze, giebt den Thieren ihren Trank, und den Quellen und Flüßen den grösten Theil ihres Wassers. Diese Vortheile überwiegen bey weitem den Schaden, den allzuheftige Ausbrüche oder allzulanges Anhalten desselben bisweilen veranlassen.

Meinungen über die Ursachen des Regens.

Man hat das Herabfallen des Regens von jeher als das Umgekehrte von dem Aufsteigen der Dünste betrachtet. Vor der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts fiel es noch keinem Physiker ein, daß das in den Luftkreis steigende Wasser aufgelöset oder zersetzt werden, seine tropfbare Gestalt verlieren, ein elastisches Fluidum bilden könne u. s. w. Man begnügte sich, eine mechanische Zertrennung des Wassers in sehr feine Theilchen, höchstens in dünne mit einer feinen Materie angefüllte Bläschen anzunehmen, die entweder durch den Stoß des Feuers, oder durch ihre specifische Leichtigkeit in die höhern Regionen des Luftkreises getrieben würden, s. Ausdünstung. Man ließ dieses Wasser sich unter der Gestalt der Wolken sammlen, und im Luftkreise so lange verweilen, bis die Menge zu groß würde oder die Theilchen zu dicht an einander kämen, um von der Luftschicht, in der sie schwebten, länger getragen zu werden. Alsdann musten die Theilchen sich vereinigen, oder die Bläschen zerplatzen, und es erfolgte hieraus der Fall der Tropfen.

So nahm man Verdichtung der Dünste als nächste Ursache des Regens an, und begnügte sich, einige entfern-

tere Ursachen nahmhaft zu machen, welche diese Verdichtung bewirken könnten, z. B. Erkältung, Verdünnung der Luft, Stoß der Winde, besonders entgegengesetzter, oder solcher, die die Wolken gegen Berge drücken u. dgl.

Zu diesen Ursachen setzte Beccaria (Lettere dell' elettricismo. Bologna, 1754. 4maj.) noch die Elektricität, deren Stärke sich an seinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des gefallenen Regens, verhielt. Er führte die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den offenbar elektrischen Gewitterwolken, das Leuchten der Regentropfen, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, die Phänomene des Luftelektrometers, und die gewöhnliche Begleitung der Gewitter mit Regen als starke Gründe für seine Meinung an, und erklärte demnach die Entstehung des Regens auf folgende Art. Aus der Erde steigt die Elektricität da, wo sie sich im Ueberfluße befindet, auf und nimmt eine große Menge Dünste mit sich in die höhern Gegenden. Dieselbe Ursache, welche die Dünste sammlet, verdichtet sie auch mehr und mehr, und bringt die Theilchen endlich zur Berührung, so daß sie in Tropfen herabfallen. Die Wolke verbreitet sich von dem Orte ihrer Entstehung gegen diejenigen Stellen der Erdfläche, welche zu wenig elektrische Materie haben, und theilt ihnen durch den ausgegoßenen Regen mehr davon mit, daß also durch den Regen das elektrische Gleichgewicht wieder hergestellt wird. Wenn sich Beccaria isolirt mit dem Reibzeuge einer Elektrisirmaschine verband, und geschmolznes Geigenharz in einen mit dem Conductor verbundenen Löffel tröpfelte, so zog der Rauch längst seinem Arme und am ganzen Körper bis zu der andern mit dem Reibzeuge verbundenen Hand hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geschwollen und gewölbt war. Eben so bilden sich nach ihm die Regenwolken, indem sie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der positiven zuführen. Diese Erklärung fand soviel Beyfall, daß seit dieser Zeit die meisten Physiker die Elektricität mit zu den veranlassenden Ursachen des Regens gezählt haben.

Musschenbroek (Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2363.) leitet die Entstehung des Regens hauptsächlich von den Winden her, nimmt aber doch auch hier, wie bey der Ausdünstung, die Elektricität zu Hülfe. Gegenwart der Elektricität ist bey ihm eine Ursache des Aufsteigens und der Erhaltung der Dünste im Luftkreise; Entziehung der Elektricität also eine Ursache ihres Herabfallens oder des Regens. Wenn eine weniger elektrische Wolke einer mehr elektrischen und wasserreichern begegnet, und ihr Elektricität entzieht, so wird die erste nunmehr höher aufsteigen, die letzte aber sinken und sich in Regen verdichten. Verliert sie noch nicht genug durch eine einzige Begegnung, so wird sie in der Folge mehr Wolken antreffen, die ihr mehr entziehen, bis sie ganz aufgelöset ist. Die Hauptursachen des Regens aber sind doch die Winde, und die Gährungen der Dünste, welche Wind erzeugen, daher auf heisse Nachmittage und Abende, wo diese Gährungen stark sind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folgt. Vornehmlich bringen diejenigen Winde Regen, welche 1.) von oben herab auf die Wolken treffen, sie verdichten, ihre Elektricität wegnehmen und die Dünste zusammen drücken, 2.) welche Luft mit Dünsten vom Meere her über das Land führen und gegen Anhöhen, Berge und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren, daher es auch in gebirgigen Gegenden mehr regnet, 3.) die gegeneinanderstoßenden Winde, welche die Wolken zusammendrücken, wie im äthiopischen Meere, Guinea gegen über, die von allen Seiten zusammentreffenden Winde die Wolken plötzlich zu Wasser zerdrücken, welches oft stromweis aus der Luft herabfällt. Endlich tragen auch die Wälder wegen ihrer starken Ausdünstung viel zum Regen bey. Schweden hat wegen seiner starken Waldungen häufige Platzregen, und die Antillen waren weit feuchter, ehe die Wälder daselbst ausgerottet wurden. Bouguer führt an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil bis nach Panama, in einem wälderreichen Striche von 200 Meilen sehr oft regne, hingegen von Guajaquil 400 Meilen weit mit-

tägwärts, wo der Boden frey und sandig sey, gar kein Regen falle.

Man sieht aus dem Beyspiele dieser mußschenbroekischen Erklärung, der die übrigen im Hauptwerke ähnlich sind, daß man das Wasser damals in seiner gewöhnlichen Gestalt im Luftkreise suchte, wobey es schwer war, sein Aufsteigen zu erklären, und mit dem Gange des Barometers zu vereinigen, da hingegen die Verdichtung und das Niederfallen an sich den Physikern wenig Mühe machte. Die Elektricität war denen sehr willkommen, die das Aufsteigen zu erklären suchten; also sahe man sie auch gern als mitwirkende Ursache des Niederfallens an, zumal da man bey jedem Regen unläugbar Elektricität bemerkt. Der Abt **Bertholon de St. Lazare** erklärt alle wäßrige Meteore aus Elektricität der Luft und Wolken, die der Elektricität der Erdfläche ungleichartig ist, und zwischen beyden eine Anziehung verursachet. Dadurch zieht entweder die Luft die Dünste aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht sie niederwärts, wie beym Regen. Sind viel Dünste aufgezogen worden, und es wird darauf das Gleichgewicht wieder hergestellt, so fallen sie wieder herab, daher die plötzlichen Ergießungen bey Gewittern kommen; dauren die entgegengesetzten Elektricitäten lange Zeit, so können sich die Dünste lang im Luftkreise erhalten u. s. w.

Aber alle diese Erklärungen sind unzureichend geworden, seitdem **Hamberger** und **Le Roi** angefangen haben, die Ausdünstung als eine chymische Auflösung des Wassers in der Luft zu betrachten. Dieser Gedanke führt von selbst darauf, den Regen als eine Art des Niederschlags aus dieser Auflösung anzusehen. Das Wasser schwebt nun nicht mehr in blos zertrennten Theilchen, sondern aufgelößt und in ganz veränderter Gestalt in der Luft, und nimmt Antheil an ihrer elastischen Form. Bey dieser Vorstellung befriedigen die mechanischen Ursachen der Verdichtung, und selbst die Elektricität, nicht mehr; man fragt nach einer chymischen Ursache, die dem elastischen Dunste die tropfbare Gestalt des Wassers wiedergeben kan. **Le Roi** selbst nimmt nach den bekannten chymischen Grundsätzen an, die Luft

könne bis zur Sättigung mehr Wasser auflösen, wenn sie wärmer sey. Dem zu Folge wird eine mit Wasser gesättigte Luftschicht, wenn sie kälter wird, desto mehr davon fallen lassen, je mehr sie erkaltet, s. Ausdünstung. Allein dieser erste Entwurf einer Theorie war noch sehr unvollkommen; denn die Phänomene zeigen allzudeutlich, daß Erkältung der Luftschichten nicht die einzige Ursache des erfolgenden Niederschlags seyn könne. Die Herren de Saussure und de Lüc haben bey ihren mühsamen Untersuchungen der Hygrometrie und Meteorologie, auch hierüber mehr Licht zu verbreiten gesucht, obgleich ihre Theorien in den Hauptpunkten gar sehr von einander abweichen.

Herr de Saussure (Essais sur l'hygrometrie. à Neuchâtel. 1783. 8. Essai III.) nimmt, wie schon beym Worte Dämpfe beygebracht ist, den reinen elastischen Dampf für ein durch Feuer oder Wärmestof aufgelöstes und in Dampfgestalt gebrachtes Wasser an. Diesen Dampf löst die Luft auf, und es entsteht hieraus aufgelöster elastischer Dampf. Ist eine Luftmasse damit übersättiget, so schlagen sich die überflüßigen Dünste entweder gleich als kleine Tröpfchen nieder, welche die erste Anlage zum Regen geben, oder sie bilden sich zu Dunstbläschen, aus deren Anhäufung die Nebel und Wolken entstehen, s. Dünste (Th. I. S. 627 u. f.). Zur Bildung sowohl als zur Zerstörung dieser Bläschen scheint ein eigner noch unbekannter Umstand erforderlich zu seyn. Die Bläschen entstehen nie anders, als in völlig gesättigter Luft, in welcher das Hygrometer die gröste Feuchtigkeit zeigt, und lösen sich bisweilen wieder auf, wenn durch Wärme, oder andere Ursachen, die Auflösungskraft der Luft zunimmt. Vielleicht ist ihre Entstehung eine Folge der Elektricität. Hieraus würde wenigstens begreiflich werden, warum sich eine Wolke oft nach einem Donnerschlage plötzlich in Regen auflöset. Die Blasen entstehen erst in der Luft, und oft sieht man sie in ganz heiterer Luft in einem Augenblicke erscheinen und eine Wolke bilden. Es scheint also in einer mit elastischem Dampfe gesättigten Luft nur eines einzigen Umstandes zu bedürfen, um diesen Dampf augenblicklich in Bläschen zu ver-

wandlen; so wie die Aufhebung dieses Umstands die Bläschen sogleich zu Wassertropfen verdichten kan.

Herr de Saussüre ist um so mehr geneigt, diesen Umstand in der Elektricität zu suchen, da die elastischen Dämpfe mit Hülfe der Wärme oft sehr hoch steigen, in der Höhe aber die elektrische Materie sehr frey wirkt, daher die Dämpfe eine leitende Verbindung zwischen den obern Gegenden und der Erde machen, und beständig Elektricität ab- und zuführen können. Er erklärt daher die fürchterlichen Meteore, welche die Dämpfe in großen Höhen hervorbringen. So sind beträchtliche Ausbrüche der Vulkane mit Bliß und Donner begleitet, Hagel und Nordlicht wirken auf das Elektrometer; Orkane, Wasserhosen u. dgl. scheinen Wirkungen elektrischer Ströme zu seyn, welche von den Dämpfen der höhern Gegenden angezogen werden, u. s. w. So möge wohl auch Entstehung der Wolken und des Regens als die Wirkung einer gemäßigtern Elektricität zu betrachten seyn.

Wenn die Luft sehr durchsichtig ist, und entfernte Gegenstände vollkommen deutlich erscheinen, so folgt gemeiniglich Regen; hält die gute Witterung einige Tage an, so wird die Luft trüb und undurchsichtig. Diesen sonderbaren Umstand erklärt Herr de S. auf folgende Art. Wenn bey heiterm Wetter ölichte und andere nicht wässerige Dünste die Luft trüben, so schweben sie in derselben in Blasengestalt; also ist der Umstand vorhanden, der zu Erzeugung der Bläschen erfordert wird. Ist also auch die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so fällt doch das Ueberflüßige nicht gleich im Regen herab, sondern nimmt erst auf einige Zeit die Gestalt der Blasen an. Aus der Farbe der Wolken, welche vor der Sonne stehen, kan man auf die bevorstehende Witterung schließen. Zeigen diese Wolken Regenbogenfarben, oder sieht man Höfe und Ringe um den Mond ausser der Zeit des Thaues, so zeigt dies allemal baldigen Regen an.

Den gewöhnlichen Gang der Vertheilung der Dünste stellt sich Herr de S. so vor. In einer völlig troknen Luft werden bey Sonnenaufgang Dünste aus der feuchten

Erde von der Luft aufgelöset: die dadurch vergrößerte und von der Sonne erwärmte Luftsäule breitet sich abendwärts aus; auch erhebt sich die Luft, und steigt durch einen verticalen **Wind** mit den Dünsten in die Höhe. Dieser Abgang wird von der Nordseite her durch kältere und dichtere Luft ersetzt. Dies dauret fort, bis endlich die Luft mit Feuchtigkeit gesättiget ist. In einer völlig gesättigten Luft müssen bey Sonnenaufgang Bläschen entstehen; die von der Sonne erwärmte Luft muß diese wieder auflösen, und die Feuchtigkeit durch den verticalen **Wind** mit sich in die höhern Regionen führen, wo sie sich wieder erkältet und einen Theil der aufgelösten Feuchtigkeit fallen läßt, welcher Wolken oder Regen bildet, und endlich der Erde alle aufgestiegne Feuchtigkeit wiedergiebt. Also bleibt doch auch in diesem System **Erkältung** die Ursache des Zurückkehrens der Feuchtigkeit, wenn gleich letztere durch Elektricität, oder irgend einen andern Umstand, bisweilen noch eine Zeitlang in Gestalt der Bläschen zurück gehalten wird.

Herr de **Lüc** (Neue Ideen über die Meteorol. Th. II. §. 597 u. f.) setzt dieser Erklärung des Regens entgegen, daß das **Erkalten** der Luft eine unzureichende Ursache, der Unterschied der Wärme viel zu gering, und die Menge der aufgelößten Dünste, welche die Luft, selbst bey ihrem Sättigungspunkte enthalten kan, nach Hrn. de S. eignen Beobachtungen, zu klein sey, um die so oft entstehenden plötzlichen Regengüsse mitten in der Nacht zu erklären. Der angebliche verticale **Wind** sey durch keine Erfahrung bestätigt; vielmehr dehne sich die ganze erwärmte Luftmasse gleichförmig aus, und die mit Dünsten erfüllte untere Luft komme mit der obern kältern nicht in Berührung, sondern hebe nur die letztere höher über sich, daher die Ursache der Verdichtung der Dünste wegfalle. Ueberdies werde hiebey eine feuchte Erde angenommen, also nur **Regen** nach **Regen** erklärt, und endlich gestehe Herr de S. selbst, daß die Luft im Augenblicke des Regens sehr selten mit Feuchtigkeit gesättiget sey.

Ebendaselbst (§. 578 u. f.) prüft Herr de Lüc eine andere Theorie des Regens, welche D. James Hutton in

den Abhandlungen der königlichen Societät zu Edinburgh vorgetragen hat. Der Grundsatz dieser Theorie ist: daß, wenn sich zwo Luftmassen von verschiedenen Temperaturen mit einander mischen, die Feuchtigkeit der neuen Masse größer sey, als das Mittel zwischen den Feuchtigkeiten der beyden einzelnen Massen; oder, was eben soviel ist, daß die Ausdünstung in einem größern Verhältniße zunehme, als die Wärme. Hieraus erklärt D. Hutton zuerst die Erscheinung des Athems der Thiere und des Dampfs von siedendem Wasser, welche beyde nur in kälterer Luft sichtbar werden; und dann die Erfahrung von Maupertuis, da die äussere Luft in Torneå, wenn er die Thür öfnete, die heißen Dünste des Zimmers sogleich in einen dicken wirbelnden Schnee verwandlete. Diesem System zufolge entsteht bey jeder Vermischung von Luft unter verschiedenen Temperaturen ein Niederschlag, welche Ursache Hutton für hinreichend hält, um alle Phänomene des Regens zu erklären. De Lüc zeigt aber sehr gründlich, daß diese Ursache bey einer nicht völlig gesättigten Luft, nur eine augenblickliche Präcipitation, oder die Entstehung von Wolken und Nebeln erkläre, welche sogleich wieder verdünsten müsten, wenn das Gleichgewicht in der Temperatur der Mischung hergestellt wäre, eben so wie der Hauch, der Dampf des kochenden Wassers, und die Schneewirbel in der Thüre des Zimmers sogleich wieder verdünsten und unsichtbar werden.

Herr de Lüc selbst ist durch zahlreiche Beobachtungen und wiederholtes Nachdenken auf eine andere Erklärung der Wolken und des Regens geleitet worden, welche der Meteorologie ganz neue Aussichten eröfnet. Er glaubt nemlich, daß das ausgedünstete Wasser nicht in der Luft aufgelöset, sondern vielmehr in eine eigne Luftgattung verwandlet, oder in Luftgestalt mit der Atmosphäre vermischt werde. In dieser Gestalt bleibe es oft lange Zeit verborgen, ohne die Heiterkeit des Himmels zu trüben oder aufs Hygrometer zu wirken. Es vermehre aber die Masse, mithin auch den Druck des Luftkreises, und verursache daher, so lang die heitere Witterung daure, den hohen Stand des Barometers. Endlich aber erhalte diese Luftgattung durch den Einfluß irgend ei-

ner unbekannten Ursache in einer gewissen Luftschicht die vorige Gestalt des tropfbaren Wassers wieder, und bilde dadurch Wolken, deren Bläschen in dem Falle, wenn sie zu plötzlich und allzuhäufig erzeugt werden, zur Berührung untereinander kommen, zusammenfließen und ihr Wasser tropfenweise herabgießen. Er hat diese sinnreiche Hypothese mit starken Gründen unterstützt, welche fast den ganzen Inhalt des zweyten Theils seiner Ideen über die Meteorologie ausmachen.

Er nimmt hiebey zwar den reinen elastischen Dampf des Herrn de Saussure an, läugnet aber dessen chymische Auflösung in der Luft, und die Sättigung der Luft mit demselben, gänzlich. Ich habe beym Worte Dünste (Th. I. S. 621 — 624.) angeführt, daß de Lüc schon ehedem die Dünste nicht für eine Auflösung des Wassers in der Luft gehalten habe. Man findet dort (S. 623 u. 624.) einige von de Saussure gemachte Einwendungen gegen die Beweise dieser Behauptung, die mir damals sehr stark schienen, weil sie wirklich zeigen, daß sich alle diese Beweise auch erklären lassen, wenn man gleich die Auflösung des Wassers in Luft annimmt. Seitdem aber hat Herr de Lüc in den Ideen über die Meteorologie die Unzulänglichkeit des bloßen Auflösungs- und Präcipitationssystems zur Erklärung der Wolken und des Regens weit deutlicher gezeigt, und ich muß hievon etwas weniges anführen, obgleich das vornehmste erst dem Artikel **Wolken** zugehört.

Herrn de S. Beweis für die Auflösung der Dünste in Luft ist das Hellbleiben oder die Durchsichtigkeit der Luft, in der sich Nebel zerstreuen (s. Th. I. S. 624.). Aber dieser Beweis ist nicht direct. Wenn der reine Dunst an sich, oder die Luftgattung, in die er sich nach de Lüc verwandlet, auch durchsichtig ist, so erklärt sich dieses Hellbleiben ohne Auflösung; und Verschwinden der Nebel durch die Wärme ist nicht Verschwinden des Dampfes selbst, sondern der Bläschen, welche aufs neue verdünsten. Es ist, wie sich de Lüc schon ehedem ausdrückte, eine neue Verdünstung der sichtbaren Dünste.

Durch Beobachtungen des Hygrometers auf Gebirgen zeigt sich die Luft in der Höhe weit trokner, als unten. Auf den Gebirgen von Sixt fand de Lüc die Luft sehr trocken; von einem Stocke fiel der metallne Beschlag, der in der Pläne sehr fest gehalten hatte, zweymal von selbst ab, und in der Nacht schien die Trockenheit eher noch zuzunehmen. Dennoch entstand in dieser troknen Luftschicht selbst, da das Hygrometer $33\frac{1}{2}$ Gr. zeigte, also die Luft $66\frac{1}{2}$ Grad von der äußersten Feuchtigkeit entfernt war, während der Nacht ein Gewitter mit heftigem Regen, welcher bis zum Mittage des folgenden Tages anhielt. Herr de Lüc, der bisher geglaubt hatte, die Dünste hielten sich in den höhern Gegenden auf, und senkten sich sodann durch Erkältung wieder herab, um Wolken und Regen zu bilden, ward durch diese Beobachtung in Erstaunen gesetzt, zumal da die Wärme dabey eher zu- als abgenommen hatte. In der Hygrologie war für den gegenwärtigen Fall keine andere Ursache der Verdichtung der Dünste aufzufinden, als die **Erkältung**: aber diese hatte nicht statt gefunden, also wich die plötzliche Entstehung des Regens in einer so troknen Luftschicht nicht allein von den Gesetzen der Auflösung und des Niederschlags, sondern auch von allen hygrologischen Regeln ab.

De Lüc überlegte in der Folge, daß nach Herrn de Saussure eignen Versuchen selbst die gesättigte (oder nach de L. Ausdruck bis zum Maximum mit Dünsten angefüllte) Luft nur sehr wenig Wasser enthält, daß das Hygrometer unten in den Plänen selten die äusserste Feuchtigkeit, auf den Bergen aber noch mehr Trockenheit zeigt, daß sich endlich die Dünste auch nicht in den noch höhern Gegenden aufhalten können, weil sie sonst bey ihrer Verdichtung die Luft über den Bergen trüben würden, da man doch über den Regenwolken gewöhnlich den Himmel sehr heiter und durchsichtig findet. Dies alles erzeugte in ihm den Gedanken: **der Regen könne nicht das unmittelbar Umgekehrte der Ausdünstung seyn, oder unmittelbar aus dem ersten Producte der Ausdünstung selbst entstehen.**

Wenn dies wäre, wie wollte man die langen Zwischenzeiten erklären, durch welche oft bey anhaltender starker Ausdünstung der Erde und der Gewässer, dennoch ganze Monate lang eine ununterbrochne Heiterkeit des Himmels fortdauert? Man sollte meinen, der ganze Luftkreis müsse sich während dieser langen Pausen, die die Erde austrocknen, mit Feuchtigkeit sättigen, aber das Hygrometer zeigt immer troknere Luft, je länger die Pause dauret, und je höher man aufsteigt. Endlich öfnen sich auf einmal die Quellen des Regens, und gießen nun vielleicht eben so anhaltend eine ungeheure Menge Wasser herab, welche die Luftsäulen, selbst beym Sättigungspunkte, in sich zu halten nie vermögend gewesen wären. Dieses Wasser ist unstreitig dasselbe, welches während der Dürre aufstieg; aber wäre es in der langen Zwischenzeit zwischen Ausdünstung und Regen als aufgelöster Dunst, oder überhaupt als Dunst, in der Atmosphäre gewesen, so müste es doch aufs Hygrometer und auf die Durchsichtigkeit der Luft gewirkt haben. Also mag es sich wohl in einem andern Zustande befunden haben, der es dem Hygrometer und dem Auge zugleich entzogen hat.

Die Entdeckungen der Herren **Cavendish**, **Watt**, **Lavoisier** und **de la Place**, welche die Verwandlung der dephlogistisirten und brennbaren Luft in Wasser u. s. w. betreffen, und von denen Herr **de Lüc** zum Theil Augenzeuge war, machten ihn geneigt zu glauben, daß das ausgedünstete Wasser in der Zwischenzeit bis zum Regen, unter der Gestalt einer Gasart einen Theil der Atmosphäre ausmache, zuletzt aber durch irgend einen unbekannten Umstand zur Dunstgestalt zurückkehre. Dieser Umstand trift, seiner Meinung nach, gewöhnlich nur eine einzelne Luftschicht, in der aber alsdann die Dünste so häufig entstehen, daß ihre Bläschen sich weder hinlänglich ausdehnen, noch schnell genug wieder verdünsten können. Sie verdunkeln daher die Luft, und werden in Gestalt einer Wolke sichtbar; weil sie sich aber schon bey ihrer Entstehung sehr häufig berühren, so vereinigen sie sich, und zerplatzen endlich durch das Abfließen des Wassers an den Seiten, wie die Seifenblasen. Die Tropfen vergrößern sich im Fallen, oder finden andere

Bläschen, die dadurch überladen und herabgedrückt werden. Dadurch entstehen die Franzen, die man so oft von den Regenwolken nach der Erde herabhängen sieht. Eine solche Wolke mit Franzen gießt weit mehr Regen aus, als sie an sich enthalten könnte, und wird immer dunkler, je mehr sie ausgießt. Sie hat die Quelle ihres Wassers in der Luftschicht, in der sie schwebt; aus dieser ersetzt sich ihr Abgang unaufhörlich, und so wird sie gleichsam alle Augenblicke zerstört und wieder erneuert. Eben so, nur langsamer, geht es mit allen Nebeln und Wolken, auch mit denen, die nicht regnen, s. **Wolken**.

Mit großer Leichtigkeit erklärt Herr **de Lüc** aus dieser Voraussetzung eine Menge Erscheinungen der Wolken und des Regens, besonders in den Gebirgen, und zeigt zugleich, daß dieselben nach den gewöhnlichen Systemen der Auflösung und des Niederschlags durch Erkältung, Winde, die gesättigte Luft zuführen u. dgl. unerklärlich bleiben würden. Die Grenzen dieses Wörterbuchs hindern mich, ihm hierinn zu folgen; aber schon das bisherige wird zeigen, daß seine Muthmaßung der Meteorologie ein unerwartetes Licht giebt, das jedoch, wie er selbst sagt, die noch übrigbleibende Dunkelheit nur desto sichtbarer bemerken läßt. Er wagt zur Zeit noch nicht die mindeste Muthmaßung weder über die Gasart, die aus Wasser entsteht und wieder Wasser wird, noch über die Ursachen und den Mechanismus dieser doppelten Metamorphose. Es bleibt also den Chymisten und Meteorologen noch ein weites Feld übrig. Sie haben nicht nur die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese, die der Prüfung so werth ist, zu untersuchen, sondern auch den noch unbekannten wirkenden Ursachen nachzuforschen. Vielleicht erhalten wir auf diesem Wege nähere Aufschlüße über den Gang der Witterung und ihren Zusammenhang mit den Veränderungen der meteorologischen Werkzeuge — welches Fach der Naturlehre für das menschliche Leben so wichtig und doch leider bis jetzt eines der dunkelsten geblieben ist.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2358 sqq.

Torb. Bergmann Physikal. Beschreibung der Erdkugel, a. d. schwed. durch Röhl. II. Band, Greifsw. 1780. gr. 8. §. 115 u. f.

Brisson Dict. raif. de physique, Art. *Pluie*.

Priestley Gesch. d. Elektricität durch Krünitz, S. 232 u. f.

de Saussure Essais sur l'hygrométrie. à Neuchâtel. 1783. 8maj. Essai III et IV.

J. A. de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. Zweyter Theil. Berlin u. Stettin, 1788. gr. 8. S. 1—200.

Regenbogen, Iris, Arcus, Arcus coelestis, *Arc-en-ciel*. Diesen Namen führt der farbige Kreisbogen, der sich in den Regenwolken zeigt, wenn sie von der Sonne beschienen werden, und der Zuschauer, der die Sonne im Rücken hat, das Gesicht gegen die regnende Wolke kehrt. Dieser Bogen gehört zu den glänzenden oder optischen Meteoren, welche bey den Alten vorzugsweise Meteore (Meteora emphatica, *μετεωρα τα κατ᾽ εμφασιν*) hießen. Er ist bekanntlich eine der schönsten Erscheinungen in der Natur, und für den Physiker besonders merkwürdig, weil er sich aus den erwiesenen Gesetzen der Brechung, Zurückwerfung und Farbenzerstreuung mit Hülfe der Mathematik vollständig erklären läßt.

Gewöhnlich sieht man zween Regenbogen zugleich. Sie sind concentrisch, und stehen um eine merkliche Weite auseinander. Der innere hat die lebhaftesten Farben, und heißt daher der Hauptregenbogen (Iris primaria). Der äussere (Iris secundaria) hat weit schwächere Farben. Bisweilen sieht man innerhalb des Hauptregenbogens noch einen oder mehrere von noch schwächeren Farben. Die Farben folgen im Hauptregenbogen, von innen nach aussen gerechnet, in dieser Ordnung: Violet, Indig, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth; im äussern Bogen ist die Ordnung die umgekehrte. Dies sind aber nur die sieben kenntlichsten Abstufungen; eigentlich sieht man unzählige Farben, die sich unvermerkt in einander verlaufen. Es sind ebendieselben, die sich durchs Prisma zeigen, s. Prisma, Prismatische Farben. Der Halbmesser des Hauptregenbogens begreift 40°—42°, der des äussern 51°—54°; der Mittelpunkt beyder Bogen ist der

Sonne gerade entgegengesetzt, so daß ein völliger Halbkreis über dem Horizonte erscheint, wenn die Sonne eben im Auf- oder Untergehen ist.

Theorie des Regenbogens.

Taf. XX. Fig. 106. sey DHFE eine Kugel von einer durchsichtigen Materie, z. B. Glas oder Wasser, auf deren eine Helfte von einem Punkte der weit entfernten Sonne die Parallelstralen SH, SD u. s. w. auffallen. Der nach dem Mittelpunkte C gerichtete Stral SH geht ungebrochen bis an die Hinterfläche der Kugel, ein Theil davon wird hier zurückgeworfen und geht in sich selbst durch C nach H zurück, und hier wieder ungebrochen nach HS fort.

Andere dieser Stralen, z. B. SD, werden an der Vorderfläche gebrochen. Der Stral SD nimmt in der Kugel den Weg DE, und geht zwar zum Theil durch E wieder aus; ein Theil desselben wird aber doch nach EF so zurückgeworfen, daß die Winkel DEC und CEF gleich werden, wie es das Gesetz der Zurückwerfung erfordert. Dieser Theil gelangt bey F wieder an die Vorderfläche, wo er beym Ausgange nach FG gebrochen wird. Steht nun ein Auge in G, das die Sonne S hinter sich, und die Kugel vor sich hat, so erhält dasselbe von F aus einen Theil des Sonnenstrals SD, der durch eine doppelte Brechung in D und F, und eine Zurückwerfung in E ins Auge gelangt, nach einer Richtung FG, welche mit der Linie durch Sonne und Auge, oder mit Gs den Winkel G=x macht.

Auf der Kugel Vorderfläche fallen unzählbare Stralen, alle parallel mit SD. Jeder dieser Stralen nimmt einen andern Weg in der Kugel, und so giebt es für jedes D ein bestimmtes ihm zugehöriges F, und einen andern Winkel x. Das auffallende Sonnenlicht wird also durch alle Stellen der Kugel nach mancherley Richtungen zerstreut, und dadurch unwirksam und unmerklich gemacht. Inzwischen kan es doch eine Stelle auf der Kugelfläche geben, an der die nahe nebeneinander ausgehenden Stralen parallel sind, wie es Fig. 107. vorstellt. Dies wird geschehen,

wenn es beym Einfallen Stellen wie D, d giebt, an denen die Stralen nach einerley Punkte der Hinterfläche E hingebrochen werden. Denn von E werden sie wieder unter eben den Winkeln zurückgeworfen, treffen also bey F, f die Vorderfläche unter eben der Schiefe, unter der sie bey D, d eingiengen, und gehen also, wegen des umgekehrten Brechungsverhältnißes beym Ausfahren, eben so parallel aus, wie sie bey D, d parallel angekommen sind. Fig. 107. erläutert dies durch den Augenschein.

An dieser Stelle nun wird das ausgehende Sonnenlicht durch keine Divergenz geschwächt und muß daher ein entferntes Auge ohne alle Vergleichung stärker rühren, als das Licht der übrigen Stellen, an denen die Stralen divergent ausgehen oder sich kreuzen. Man nennt daher die parallelen Stralen bey F, f Fig. 107. die wirksamen Stralen (radios efficaces). Die ganze Theorie des Regenbogens beruht auf Erfindung der Stellen dieser wirksamen Stralen und des Winkels x, den ihre Richtung beym Ausgange mit der beym Eingange macht.

Man sieht leicht, daß sich an der Stelle der wirksamen Stralen der Winkel x nicht ändern darf, wenn sich gleich die Stellen D und F selbst ein wenig ändern. Denn, da die nahe neben einander ausgehenden Stralen hier parallel seyn sollen, so muß ihr Winkel mit einerley dritten Linie Sx ebenderselbe bleiben, und darf sich also nicht ändern. Man wird daher die wirksamen Stralen finden, wenn man den Winkel x für jede Lage von D aus dem gegebnen Brechungsverhältniße bestimmt, und dann seine Aenderung oder sein Differential = 0 setzt. Hieraus erhellet zugleich, daß dieser Winkel für die wirksamen Stralen ein Gröstes oder Kleinstes seyn müsse, da jede veränderliche Größe an der Stelle, wo ihr Differential verschwindet, ein Gröstes oder Kleinstes wird.

Nun heiße Taf. XX. Fig. 106. (wo der Halbmesser CD das Einfallsloth vorstellt) der Einfallswinkel BDS = DCH = z; der Brechungswinkel CDE = y; so ist, wegen des gleichschenklichten Dreyecks DCE, der Winkel DEC auch = y. Und weil der Stral DE unter gleichem Winkel

bey E abprallt, ist auch CEF = y, also im gleichschenklichten Dreyecke CEF auch CFE = y. Mithin decken sich die Dreyecke DCx und FCx, und der verlängerte Halbmesser CEx theilt den Winkel x in zwo Helften, deren jede = y — u ist. Nun ist y + u der Verticalwinkel von z; daher u = z — y. Hieraus folgt für jedes z oder jede Stelle D

$$\tfrac{1}{2}x = y - (z - y) = 2y - z$$

$$\text{oder } x = 4y - 2z;\ \text{also } dx = 4dy - 2dz,$$

und für die Stelle der wirksamen Stralen, wo $dx = 0$, muß $4dy = 2dz$, oder $dz = 2dy$ seyn.

Das Brechungsverhältniß aus Luft in die Materie der Kugel sey m : n, so wird sin z : sin y = m : n, mithin

$$n.\ \sin z = m.\ \sin y$$

$$\text{und } n^2.\ \cos z^2.\ dz^2 = m^2.\ \cos y^2.\ dy^2$$

$$= (m^2 - m^2.\ \sin y^2).\ dy^2$$

$$= (m^2 - n^2.\ \sin z^2).\ dy^2$$

$$\odot)\ n^2.\ \cos z^2.\ dz^2 = (m^2 - n^2 + n^2.\ \cos z^2).\ dy^2.$$

Setzt man nun in dieser letzten Formel, wie es für die wirksamen Stralen erfordert wird, $dz^2 = 4dy^2$, so verwandlet sie sich in folgende:

$$4\,n^2.\ \cos z^2 = m^2 - n^2 + n^2.\ \cos z^2$$

woraus man endlich

$$☾)\ \cos z^2 = \frac{mm - nn}{3nn} \text{ und } \sin y^2 = \frac{4nn - mm}{3mm}$$

erhält. Dies lehrt auch **Newton** (Optices L. II. P. I. prop. 10.).

Man nehme nun an, es sey die Kugel DEFH von Wasser, und das Brechungsverhältniß aus Luft in Wasser, wie 4 zu 3, so giebt die Formel ☾) das Quadrat des Cosinus von $z = \frac{4.\ 4 - 3.\ 3}{3.\ 3.\ 3} = \frac{7}{27}$, woraus man mit Hülfe der trigonometrischen Tafeln $z = 59°\ 24'$ findet. Der Sinus des Brechungswinkels y, dessen Quadrat $= \frac{4.\ 3.\ 3 - 4.\ 4}{3.\ 4.\ 4.} = \frac{5}{12}$ ist, giebt das dazu gehörige $y = 40°\ 12\tfrac{1}{2}'$. Hieraus erhält man $x = 4y - 2z = 160°\ 50' - 118°\ 48' = 42°\ 2'$. Folg-

lich wird jede Wasserkugel, deren Gesichtslinie FG mit der Linie aus der Sonne Gs einen Winkel von 42° 2′ macht, an der Stelle F helles Sonnenlicht zeigen.

Steht nun Taf. XX. Fig. 109. dem Auge G gegenüber eine ganze Fläche oder Wand von Regentropfen, wie B, A, welche von der Sonne nach den Linien SA, SB beschienen wird, so treffen die Gesichtslinien GF, welche mit Gs Winkel von 42° 2′ machen, am Himmel den Kreisbogen MAN, dessen scheinbarer Halbmesser sF 42 Grade 2 Min. eines grösten Kreises der Himmelskugel einnimmt. Alle Stellen dieses Bogens müssen heller erscheinen, als die übrigen; und weil die Sonnenstralen nicht blos aus einem Punkte, sondern aus allen Punkten der Sonnenscheibe einfallen, so wird aus dem Bogen MAN ein heller Streif von concentrischen Bogen, von der Breite des Sonnendurchmessers.

So würde auch das Phänomen des Regenbogens wirklich aussehen, wenn es keine Farbenzerstreuung gäbe. Da aber jede Brechung mit Farbenverbreitung begleitet, und m : n für alle Farbenstralen verschieden ist, so folgt hieraus, daß auch der Werth von x für jede Farbe ein anderer seyn, und daher jede Farbe einen besondern Bogen um den Mittelpunkt s bilden müsse.

Newton (Opt. p. 107. 142.) giebt m : n aus Luft in Wasser für die rothen Stralen 108 : 81 (d. i. 4 : 3), für die violetten 109 : 81 an. Unsere vorige Rechnung gilt also nur für rothe Stralen; mithin hat der rothe Bogen einen Halbmesser von 42° 2′. Für die violetten Stralen ist

$$\cos z^2 = \frac{109 \cdot 109 - 81 \cdot 81}{3 \cdot 81 \cdot 81} = \frac{5320}{19683},$$

woraus $z = 58° 40'$, und $y = 39° 24'$ gefunden wird. Dies giebt $4y - 2z$ oder $x = 157° 36' - 117° 20' = 40° 16'$, welches der Halbmesser des violetten Bogens ist. Der violette Bogen fällt also inwendig, weil er einen kleinern Halbmesser hat, als der rothe. Den Raum zwischen beyden füllen unzählbare Bogen von andern Farben aus, die sich allmählig in einander verlaufen. Die Breite des ganzen

farbigen Streifs ist dem Unterschiede der Halbmesser der beyden äussersten Bogen gleich, wird aber wegen der Breite der Sonnenscheibe noch um den Sonnendurchmesser, d. i. um 30′ (oder auf jeder Seite um 15 Min.) vergrößert. Daher ist sie $= 42^{\circ}\ 2' - 40^{\circ}\ 16' + 30' = 2^{\circ}\ 16'$.

Dies ist die ganze Theorie des Hauptregenbogens, dessen kleinster Halbmesser dem zu Folge 40 Grad 1 Min., der größte 42 Grad 17 Min. seyn muß. Newton giebt die Breite $2^{\circ}\ 15'$ und den kleinsten Halbmesser $40^{\circ}\ 2'$ an.

Die von E zurückgeworfenen Stralen gehen zwar größtentheils bey F (Fig. 106.) aus der Kugel, ein Theil davon aber wird zum zweytenmale von F nach K zurückgeworfen, und beym Ausgange nach K g gebrochen. Auch von diesen zweymal gebrochenen und zweymal zurückgeworfenen Stralen können einige wirksame, d. i. nahe und parallele, wie bey Fig. 108. ins Auge G kommen. Es werden dies solche seyn, die bey D den untern Theil der Kugel getroffen, und sich vor dem Auffallen auf die Hinterfläche gekreuzt haben, von E e parallel nach F f gegangen, und nach einem zweyten Durchkreuzen bey K, k in eben der Schiefe angelangt sind, unter der sie bey D, d eingiengen. Sie fahren alsdann wieder parallel aus, und schneiden die Linie nach der Sonne D S unter dem Winkel V, dessen Differential hier wiederum aus eben den Ursachen, wie vorhin, $= 0$ seyn muß.

Aus der Betrachtung des Fünfecks VDEFKV, das der Weg eines solchen Strales bildet, und worinn die Summe aller Winkel, wie in jedem Fünfeck, sechs rechten Winkeln gleich seyn muß, findet man $V = 6R - (D + K) - (E + F)$; und weil $D = K$, auch $E = F$, so wird $V = 6R - 2D - 2E$. Es ist aber D der Nebenwinkel von u, mithin $2D = 4R - 2u = 4R - 2z + 2y$; und $2E = 4y$. Daher wird $V = 6R - 4R + 2z - 2y - 4y$

$$= 2R + 2z - 6y$$

und $dV = 2dz - 6dy$, welches verschwindet, wenn $dz = 3dy$, an welcher Stelle der Winkel V ein Kleinstes wird, und den Winkel der wirksamen Stralen giebt.

Setzt man nun in der obigen Formel ⊙), wie für diese Stelle erfordert wird, $dz^2 = 9dy^2$, so verwandlet sich dieselbe in

$$9n^2 . \cos z^2 = m^2 - n^2 + n^2 . \cos z^2$$

woraus man

$$\text{ð}) \cos z^2 = \frac{mm - nn}{8nn} \text{ und } \sin y^2 = \frac{9nn - mm}{8mm}$$

erhält. Für das Brechungsverhältniß 4 : 3 giebt diese Formel das Quadrat des Cosinus von $z = \frac{7}{72}$, und das Quadrat des Sinus von $y = \frac{65}{128}$, woraus mit Hülfe der Tafeln $z = 71^\circ\ 50'$ und das zugehörige $y = 45^\circ\ 27'$ gefunden wird. Die Rechnung für V ist demnach folgende

2R =	180°	0′
2z =	143	40
2R + 2z =	323	40
6y =	272	42
V =	50°	58′

Steht also das Auge G (Fig. 109.) einer von der Sonne beschienenen Tropfenwand gegenüber, so treffen die Gesichtslinien GK, welche mit Gs Winkel von fast 51° machen, am Himmel den Kreisbogen OBP, dessen Stellen wiederum wirksameres Licht, als die übrigen, ins Auge senden. Man sieht also hier einen zweyten hellen Bogen, auswendig von jenem etwa um 9° entfernt, der wegen der Größe der Sonnenscheibe eine Breite von 30 Min. hat, der aber in der That nur rothes Licht enthält, weil das bey der Rechnung zum Grunde gelegte Brechungsverhältniß nur für rothe Stralen richtig ist.

Für die violetten Stralen, wo $m : n = 109 : 81$, wird

$$\cos z^2 = \frac{109 . 109 - 81 . 81}{8 . 81 . 81} = \frac{5320}{52488};$$

welches $z = 71^\circ\ 26'$, das zugehörige $y = 44^\circ\ 47'$, und $V = 2R + 2z - 6y = 54^\circ\ 10'$ giebt. Dies ist der Halbmesser des violetten Bogens, welcher Bogen hier auswendig fällt, weil sein Halbmesser größer ist, als der des rothen Bogens. Der Raum zwischen beyden Bogen wird

durch concentrische Bogen von den übrigen Farben ausgefüllt, wie beym Hauptregenbogen, nur daß ihre Ordnung hier die umgekehrte ist. Die Breite des ganzen Farbenstreifs ist $54° 10' - 50° 58' + 30' = 3° 42'$.

Der kleinste Halbmesser ist $= 50° 43'$, der gröste $= 54° 25'$. **Newton** giebt die Breite $3° 40'$ und den kleinsten Halbmesser $50° 42'$. Uebrigens ist leicht zu übersehen, daß dieser äussere Regenbogen ungemein viel blässer und schwächer, als der innere, seyn muß, weil er blos von dem Ueberreste der Stralen entsteht, die bey F nicht ganz ausgehen, und überdem auch bey K noch eine Brechung leiden, wobey ein Theil dieses Lichts zum drittenmale zurückgeworfen wird.

Von diesem zum drittenmale reflectirten Lichte, das auf der Hinterfläche des Tropfens ausgeht, kan ein dritter Regenbogen entstehen, dessen Theorie ich hier nicht weiter verfolgen will. Es wird genug seyn, zu bemerken, daß für ihn $4y - z$ ein Gröstes werden, mithin $dz = 4dy$ seyn, und

$$\cos z^2 = \frac{mm - nn}{15\, nn}$$

werden muß. Dieser Bogen aber kan nur einem Zuschauer sichtbar werden, der das Auge gegen die Hinterfläche der Tropfen, d. i. gegen die Sonne selbst, kehrt. Er erscheint also als ein Bogen um die Sonne, und die Rechnung giebt seinen äussern Halbmesser für die rothen Stralen $41° 37'$, seine Breite $4\frac{1}{2}$ Grad. Um ihn könnte sich ein vierter Bogen von viermal reflectirten Stralen bilden, für den $5y - z$ ein Gröstes wäre, und in der Formel für $\cos z^2$ der Divisor $24\, nn$ seyn müste. Dieser Bogen würde die rothe Farbe inwendig, einen Halbmesser von $43° 53'$, und eine Breite von $5° 41'$ haben. Er wird aber, so wie der dritte, wegen der Nähe der Sonne und wegen des äusserst schwachen Lichts, niemals sichtbar, wenn auch gleich Regenwolken in dieser Gegend stehen.

In der Natur selbst kommen blos der Hauptregenbogen und der zweyte äussere vor. Diese erscheinen, so oft

es eine Tropfenwand giebt, welche die Sonne bescheinet, und von deren gehörigen Stellen die Stralen frey ins Auge gelangen können. Die Tropfen, die diese Wand bilden, sind zwar beständig im Fallen, und der, welcher zuerst rothes Licht ins Auge sendete, schickt demselben gleich darauf gelbes, grünes und endlich blaues Licht zu: allein beständig tritt ein anderer Tropfen an die Stelle des vorigen, daher man sie alle als unbeweglich ansehen kan, so lange es regnet. Auch kömmt nichts auf die Entfernung der Tropfen vom Auge an, und wenn also in der Vorderfläche der Regenmasse an manchen Stellen Tropfen fehlen, so sind doch tiefer hinein beständig andere da, die dem Auge nach eben der Linie Licht von eben der Farbe zusenden. Daher ist der Regenbogen dem Scheine nach beständig, ob er gleich in der That alle Augenblicke von andern Tropfen kömmt, auch jeder Zuschauer seinen eignen Regenbogen sieht. Regnet aber die Wolke nicht an allen Stellen, oder stehen nur einzelne unterbrochne Regenwolken am Himmel, so sieht man nur an den Stellen, wo wirklich Tropfen sind, einzelne Stücken des Bogens, die man insgemein Regengallen nennet.

Man sagt insgemein, daß der Horizont einen Theil des Regenbogens verdecke. Es kömmt aber hiebey nicht sowohl auf den Horizont, als auf den Umfang der sichtbaren Tropfenwand an. So weit dieser Umfang reicht, und soweit ihn die Sonne bescheint, so weit erstreckt sich auch der gesehene Bogen. Im platten Lande, und wenn der Regen vom Auge sehr entfernt ist, wird freylich die Tropfenwand, und also auch der Regenbogen, unten vom Horizonte begrenzt. Steht aber der Zuschauer hoch, und sieht einen Regen, dessen Tropfen bis in tiefere Gegenden fallen, so geht der Regenbogen so weit, als die Tropfen reichen, und scheint alsdann mit seinen Schenkeln gleichsam auf den Feldern aufzustehen, auf welchen die vordersten Tropfen niederfallen. Der Aberglaube schmeichelte sich ehedem, da, wo man die Schenkel des Regenbogens stehen sähe, goldne Schüsseln zu finden; niemand aber konnte den Ort erreichen, weil beym Fortgehen des Auges der Bogen seine Stelle verändert, und gleichsam vor dem Verfolger flieht.

Das hielt man sonst für etwas wunderbares. Die Alten rühmten auch den Wohlgeruch der Gesträuche, auf denen des Regenbogens Schenkel gestanden hätten (*Plin.* H. N. XII. 24.).

Ist der Regen so nahe und das Auge so gestellt, daß es 42° tief unter dem Mittelpunkte des Bogens noch Tropfen sieht, so erscheint ihm der Regenbogen als ein völliger Kreis. Dies ist der Fall bey den Staubregen, die von Wasserfällen, Cascaden, Fontänen u. dgl. entstehen, in welchen der nahestehende Zuschauer, der die Sonne im Rücken hat, ganze farbige Kreise sieht. Hieraus könnte man auch die bunten Glorien erklären, womit Bouguer und seine Gefährten in Peru die Schatten ihrer Köpfe auf nahen Wolken umringt sahen, s. Höfe (Th. II. S. 610.). Aber da diese Wolken nicht regneten, und die angegebnen Größen der Durchmesser dieser Glorien nicht zur Theorie des Regenbogens passen, so habe ich diese Erscheinung lieber zu den Höfen rechnen wollen. Inzwischen können solche Glorien in manchen Fällen auch wirkliche Regenbogen seyn.

Wenn der Horizont die Tropfenwand begrenzt, und die Höhe der Sonne = 42° ist, so fällt der Mittelpunkt oder Pol des Hauptregenbogens 42° tief unter den Horizont und der höchste Punkt des Bogens erreicht nur gerade die untere Grenze der Wand. Man kan also in diesem Falle keinen Regenbogen sehen; noch weniger, wenn die Sonne höher als 42° steht. Hieraus erhellet, warum bey uns in den längsten Tagen um Mittag in den gewöhnlichen Stellungen des Auges kein Hauptregenbogen erscheinen kan. Eben dies gilt vom Nebenregenbogen, wenn man 51 Grad für 42 setzt.

Steht die Sonne im Horizonte, so ist der Pol des Bogens auch in demselben; alsdann sieht man völlig eine Helfte des Kreises, und die Schenkel stehen senkrecht. Sonst sieht man von dem Bogen desto mehr, je niedriger die Sonne steht. Ist diese gar unter dem Horizonte, so sollte man mehr als die Helfte des Kreises sehen; aber alsdann kömmt die Tropfenwand in den Erdschatten, und kan nicht mehr von der Sonne beschienen werden.

Da wir durch einen bekannten Gesichtsbetrug alle Winkel nach dem Horizonte hin größer schätzen, als gleiche höher gesehene, s. Himmel, so halten wir den Regenbogen unten für breiter, als oben. Aus eben dem Grunde kan der Bogen eine elliptische Gestalt erhalten; er kan auch schief zu liegen scheinen, wenn die Tropfen verschiedene Entfernungen vom Auge haben, und der Zuschauer durch irgend einen Umstand Anlaß bekömmt, diese Verschiedenheit zu bemerken.

Zu Bestärkung der Theorie des Regenbogens dient folgender leichte Versuch. Eine hole mit Wasser gefüllte Glaskugel wird an einer Schnur aufgehangen, die man über eine Rolle zieht, um die Kugel weiter herauf- oder herablassen zu können. Wird diese Kugel von der Sonne beschienen, und das Auge so gestellt, daß die Gesichtslinie mit den Sonnenstralen einen Winkel von 42° macht, so sieht man an der untern oder von der Sonne abgewendeten Seite der Kugel ein sehr lebhaftes Roth; läst man die Kugel weiter herab, so daß der Winkel mit den Sonnenstralen ein paar Grade kleiner wird, so erscheinen statt der rothen Farbe nach und nach Gelb, Grün und Blau. Zieht man die Kugel weiter auf bis zum Winkel von 51°, so erscheint Roth auf der obern oder gegen die Sonne zu gekehrten Seite, und die andern Farben folgen, wenn man durch weiteres Aufziehen der Kugel den Winkel noch um etwas vergrößert. Die Kugel verhält sich gerade so, wie die Tropfen A, B, Taf. XX. Fig. 109. Die nemlichen Wirkungen erfolgen, wenn die Kugel unbewegt bleibt und das Auge seine Stelle auf die gehörige Art ändert.

Die Theorie des Regenbogens giebt ein vortrefliches Beyspiel einer vollständigen physikalischen Erklärung aus den Naturgesetzen. So verwickelt auch die Wirkung ist, so hängt sie doch mit den Gesetzen selbst durch die schönste Reihe von nothwendigen Folgerungen zusammen. Der Regenbogen ließe sich aus den Gesetzen der Brechung, Zurückwerfung und Farbenverbreitung errathen und vorhersagen, wenn man auch nie einen gesehen hätte, wie man z. B. den dritten und vierten Bogen zur Zeit nur blos aus

Schlüßen kennt. Auch erklärt die Theorie alle Umstände des Phänomens. Solche Erklärungen sind in der Physik selten, und finden immer nur da statt, wo man mit Hülfe der Mathematik aus bestimmten Gesetzen folgern kan, ohne sich viel um die wirkenden Ursachen zu bekümmern. Um dies recht lebhaft zu fühlen, vergleiche man mit dem gegenwärtigen die Artikel *Höfe, Nebensonnen.*

Geschichte der Erklärungen des Regenbogens.

Ein so glänzendes Phänomen, als der Regenbogen, konnte in der Physik der Alten nicht unbemerkt bleiben. **Aristoteles** (Meteor. III. 2 et 3.) führt die Erscheinungen schon ziemlich genau an, und berichtigt einige Sätze seiner Vorgänger, z. B. daß es keine Mondregenbogen gebe. Er bemerkt, bey Sonnenauf- und Untergange sey der Regenbogen ein Halbkreis, bey höherm Stande der Sonne allemal kleiner, und im Sommer zu Mittage könne er in Griechenland gar nicht erscheinen. Ein künstlicher Regenbogen erscheine, wenn man mit Rudern ins Wasser schlage, oder sonst Wasser herumspritze, und den Rücken gegen die Sonne kehre. Er zählt übrigens nur drey deutliche Hauptfarben, und erklärt den Bogen für eine Menge unvollkommner Sonnenbilder, welche nur Farben zeigten, weil die Tropfen zu klein wären, um sichtbare vollkommne Bilder zu machen.

Seneca (Quaest. nat. I. c. 2—6.) wiederholt die Sätze des Aristoteles, und fügt seine eigne Erklärung hinzu, daß der Regenbogen ein einziges verzognes Sonnenbild sey, das von einer hohlen und wässerigten Wolke, wie von einem Spiegel, zurückgeworfen werde. Verzogen sey es wegen der Gestalt und Beschaffenheit des Spiegels, farbig, weil sich Sonnenstralen von verschiedener Stärke mit der Farbe der Wolke mischten. Im Wasser erscheine alles größer, daher auch das Sonnenbild in der Wolke vergrößert werde u. s. w. Er bezieht sich wegen der Farben des Bogens auf die eckigten Gläser, welche ebenfalls das Sonnenlicht färben, und bemerkt, daß die Farben unzählbar sind, und sich unmerk-

lich in einander verlaufen, s. **Prismatische Farben.** Dennoch fällt ihm bey den eckigten Gläsern nicht ein, auf die Brechung zu sehen.

In der Optik des **Vitello** (Opticae Thesaurus per *Fr. Risnerum.* Basil. 1572. fol. p. 458 sqq.) findet sich mehr vom Regenbogen. Dieser Schriftsteller nimmt dabey ausser der Zurückwerfung auch eine Brechung der Stralen an, die er aber blos als ein Mittel ansieht, das Licht dem Auge empfindbarer zu machen. Er zählt nur drey Hauptfarben, und erklärt sie, wie Seneca, aus Vermischung des Sonnenlichts mit der Farbe der Wolke. Er giebt zuerst eine Bestimmung des Halbmessers, indem er anführt, die Sonnenhöhe mache mit der grösten Höhe des Bogens allezeit eine Summe von 42°, wobey aber die Stralenbrechung im Luftkreise etwas ändere. Er gedenkt endlich des Versuchs, da ein rundes Glas mit Wasser im Sonnenscheine ein Farbenbild auf den Boden wirft, hält aber diese nicht für Regenbogenfarben, weil ihre Anzahl verschieden sey, und man sie nicht durch zurückgeworfenes Licht, wie beym Regenbogen, sehe. Er bemerkt dabey nicht einmal, daß die runde Gestalt des Glases nichts zur Sache thut.

Unter den Neuern blieb die Lehre vom Regenbogen noch lange Zeit in der Dunkelheit. Ein Doctor der Sorbonne, **Josse Clictove** (Jodocus Clichtovaeus † 1543), der sich als einen Gegner Luthers bekannt gemacht hat, ein großer Polemiker und Ausleger des Aristoteles (Philosophiae naturalis paraphrasis. Paris. 1501. fol.) behauptete, der äussere Regenbogen sey ein Bild des innern, weil sich die Farben darinn in umgekehrter Ordnung zeigten, wie sich die Gegenstände im Wasser spiegeln. **Gilbert** (De magnete, p. 273.) bemerkt ganz richtig, daß alsdann auch die Gestalt des Bogens umgekehrt seyn, und die hole Seite aufwärts kehren müste, nennt also den Gedanken albern und eines spitzfindigen Aristotelikers würdig. Gilbert selbst aber sagt nichts bessers über den Regenbogen. Es fiel niemand darauf, die Brechung auf eine schickliche Art zu Hülfe zu nehmen, ob gleich die regelmäßige Erscheinung der Farben dahin hätte führen können, da man die Farben bey der

Brechung längst kannte, bey der bloßen Zurückwerfung aber dergleichen nie bemerkt hatte. Porta (De refractione, p. 202.) erklärt zwar die Farben durch Brechung, aber er versteht nicht Brechung in einzelnen Tropfen, sondern in der ganzen Masse der Wolke oder des Regens.

Franz Maurolycus aus Messina (Photismi de lumine et umbra ad prospectivam radiorum et incidentiam facientes. Venet. 1575. 4. Lugd. 1613. 4. p. 57 sqq.) giebt den Winkel, unter dem die Sonnenstralen nach dem Auge reflectirt werden, für den Hauptregenbogen 45°, für den äussern $56\frac{1}{4}$° an, und beruft sich auf eigne Beobachtung. Doch sey die Höhe der Bogen bey untergehender Sonne etwas kleiner; er wisse zwar nicht, wie das zugehe, es möge aber vielleicht von der irregulären Gestalt der Tropfen herkommen. Er scheint der erste zu seyn, der sieben Farben zählt; deswegen nennt er auch den Regenbogen siebenfarbig (septicolor). Die Farben sollen von der verschiedenen Menge des Lichts und der Beymischung des Wassers herrühren. Bey seiner Erklärung des ganzen Phänomens ist das richtig, daß er die Zurückwerfung von einzelnen Tropfen, nicht, wie alle seine Vorgänger, von der ganzen Wolke, herleitet; aber auf eine wunderbare Art läßt er den Stral ohne Brechung in den Tropfen fahren, an dessen innerer Fläche siebenmal unter Winkeln von 45° abprallen, und endlich wieder ohne Brechung ausgehen.

Nach so vielen vorgebrachten Thorheiten legte den ersten Grund zur wahren Erklärung des Regenbogens Johann Fleischer, Rector der Schule zu Goldberg in Schlesien, und nachmals Doctor der Theologie und Prediger zu Breslau (De Iridibus doctrina Aristotelis et Vitellionis, certa methodo comprehensa etc. Witeb. 1571. 8.). Nach ihm bildet sich der Regenbogen in einem thauartigen Dunste (vapor roridus), der sich in Tropfen zu verdichten anfängt. Die Lichtstralen werden in jedem Tropfen zweymal gebrochen, und dann von einem andern dahinterliegenden Tropfen ins Auge zurückgeworfen, auch vielleicht in einem vorliegenden Tropfen vorher noch einmal gebrochen. Hier ist also doppelte Brechung mit Zurückwerfung verbunden;

nur fehlt noch, daß Fleischer nicht an die Zurückwerfung an der Hinterfläche des ersten Tropfens gedacht, und daher noch einen zweyten nöthig hat, um die Reflexion zu bewirken. Dennoch ist schon dieser halb wahre Gedanke für die damalige Lage der Sache verdienstlich, weil er wenigstens den richtigen Weg zeigt. Den äussern Regenbogen und die Farben weiß Fleischer gar nicht zu erklären, und leitet die letztern daher, daß einige Stralen tiefer, als andere, in die Wolke dringen. Ueber die Größe des Bogens führt er an, bey einer Sonnenhöhe von 13° 36′ sey die Höhe des Bogens 28° 24′ gewesen, wovon die Summe 42°, als den Halbmesser des Bogens, ausmache. Doch sey derselbe etwas veränderlich; weil man bey Sonnenaufgang des Bogens Höhe 42½° gefunden habe. Herr Professor **Scheibel** (De Jo. Fleischeri Vratislaviensis in doctrinam de Iride meritis. Vratisl. 1762. 4.) hat von dem Buche seines Landsmanns umständlichere Nachrichten gegeben.

Endlich lehrte **Markus Anton de Dominis**, Bischof zu Spalatro (De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et Iride Tractatus, per *Jo. Bartolum* in lucem editus. Venet. 1611. 4maj.) die richtige Erklärung des Hauptregenbogens, die er schon um 1590 gefunden haben muß, weil er der Nachricht des Herausgebers zufolge sein Buch um diese Zeit in Padua und Brixen ausgearbeitet hat. Nach Scheibels Versicherung findet man keine Spur, daß er Fleischers Buch gekannt habe. Obgleich dieser katholische Prälat ausserdem nicht als Physiker bekannt ist, so verfuhr er doch hier auf eine des besten Naturforschers würdige Art. Er zog nemlich die Erfahrung zu Rathe, und stellte zuerst den oben beschriebenen Versuch mit einer holen Glaskugel voll Wasser an. Seine Erfahrungen (Cap. IV. Prop. 6. p. 14.) sind der Grund, auf welchen er die Erklärung baut, daß der Lichtstral oberwärts in den Tropfen fahre, an die Hinterseite hingebrochen, von da aus zurückgeworfen, und beym Ausgange an der Vorderfläche aufs neue gebrochen werde. Da der Versuch lehrt, daß alle gleichfarbige Stralen an ähnlichliegenden Stellen jedes Tropfens ausfahren, so erklärt er hieraus sehr deutlich, daß jede Farbe ei-

nen Kreisbogen bilden müsse, dessen Mittelpunkt in der Linie von der Sonne durch das Auge liegt. Montucla und Priestley sprechen zu geringschätzig von den Verdiensten dieses Mannes, der ein so lang verborgnes Räthsel auflösete. Der Gang seiner Erklärungen zeigt deutlich, daß die Erfindung nicht bloßer Zufall war, und daß man ihm die Talente eines Naturforschers nicht absprechen könne, wenn ihn gleich in der Folge andere Beschäftigungen und eigne Schicksale von den Naturwissenschaften abgezogen haben.

Daß seine Erklärung des äussern Bogens und der Farben irrig ausfällt, ist mehr ein Fehler seiner Zeit. Er suchte den äussern Bogen ebenfalls aus zwo Brechungen und einer Reflexion herzuleiten, wodurch Stralen vom untern Sonnenrande aus andern Stellen der Tropfen ins Auge gebracht würden, da der Hauptregenbogen von Stralen des obern Randes entstehe. Die Stralen, die den kürzesten Weg durchs Wasser machen, sind roth, die am weitsten durchs Wasser gehen, blau, woraus er erklären will, warum die Farben im äussern Bogen umgekehrt sind. Die Erklärung aber ist äusserst gezwungen, und die Figur dazu sehr undeutlich. Auch fehlt in dieser ganzen Theorie noch die Bestimmung der Halbmesser beyder Bogen aus dem Brechungsverhältniße.

Descartes (Meteora, cap. 8.) verfolgte den Weg des de Dominis weiter, und gab zuerst die richtige Erklärung des äussern Bogens durch zwo Brechungen und zwo Reflexionen, wobey der Stral im untern Theile des Tropfens eingeht, und vom obern her ins Auge geworfen wird. Er stellte ebenfalls den Versuch mit der Glaskugel voll Wasser an, fand dabey die Winkel der Gesichtslinie mit der Linie nach der Sonne für die rothe Farbe 42° und 52°, und für die übrigen den ersten etwas kleiner, den letzten größer. Er überzeugte sich noch mehr von der Richtigkeit seiner Erklärung, da die Farben verschwanden, wenn die Stelle D (Taf. XX. Fig. 107 und 108.) bedeckt, oder der Stral SD aufgefangen ward; da hingegen die Farben blieben, wenn er die ganze Kugel bedeckte, und nur die Stellen D und K offen ließ. Bey dieser überzeugenden Richtig-

keit fiel es ihm nur schwer, die Ursache anzugeben, warum die Kugel blos unter gewissen Winkeln Licht und Farben zeigt, da doch unläugbar auch unter andern Winkeln gewisse ein- und zweymal reflectirte Stralen ins Auge gelangen. Er nahm daher seine Zuflucht zu dem Prisma, s. Prisma. Aber hier vertieft er sich aus Begierde, eine Causalerklärung zu geben, in Hypothesen, entfernt sich von der Erfahrung, und sucht die Quelle der Farben in einer umdrehenden Bewegung der Lichttheilchen und in dem Angrenzen des Lichts an den Schatten, ohne doch daraus einen Vortheil für den eigentlichen Zweck der Untersuchung zu erhalten. Dies nöthiget ihn endlich, wieder zur Erfahrung zurückzukehren, und die Versuche der Berechnung zu unterwerfen.

Da ihm hiebey die Vortheile der Infinitesimalrechnung mangeln, so ist seine Rechnung sehr weitläuftig. Er nimmt das Brechungsverhältniß aus Luft in Wasser nach genauen Erfahrungen 250 : 187 an, theilt den Halbmesser des Tropfens in 10000 gleiche Theile, läßt auf jeden Theilungspunkt einen Sonnenstral fallen, und berechnet für die zehn Stralen, die in den Anfang jedes Tausends fallen, die Winkel, unter welchen sie nach einer und nach zwo Reflexionen aus dem Tropfen ausgehen. Für die einmalige Reflexion findet er beym 8000sten Strale vom Mittelpunkte aus gerechnet den Winkel x (Fig. 107.) = 40° 44′, größer als bey allen übrigen Stralen. Er berechnet also die Winkel x weiter vom 8000sten bis zum 9800sten Strale für alle, die in den Anfang eines Hunderts fallen, und findet so, daß ihr Werth für alle Stralen zwischen dem 8500sten und 8600sten in Minuten gleich, nemlich allemal 41° 30′ ist. Hier ändert sich also die Lage der ausfahrenden Stralen nicht merklich, wenn sich auch gleich die Stellen der einfallenden um einen merklichen Theil des Halbmessers ändern, und ein Auge, das den Tropfen unter diesem Winkel sieht, bekömmt Parallelstralen von mehr Stellen des Tropfens, und sieht also mehr Licht, als unter andern Winkeln. Durch eine ähnliche Rechnung findet Descartes für die doppelte Reflexion den Winkel V (Fig. 108.), wenn er ein Kleinstes ist,

und sich eine Zeitlang nicht merklich ändert, = 51° 54′. Dies ist nun die erste richtige Erklärung der Größe der Bogen aus den Stellen der **wirksamen Stralen**, und zugleich die erste mathematische Berechnung derselben, welche wir jetzt durch Rechnung des Unendlichen nur kürzer und genauer anzustellen wissen.

So hat **Descartes** beyde Regenbogen richtig, aber nur als **helle**, nicht als **farbige Bogen**, erklärt. Er hat nemlich bewiesen, daß wir am Himmel zween concentrische glänzende Bogen sehen müssen, deren Halbmesser 41° 30′ und 51° 54′ einnehmen, und deren Breite dem Sonnendurchmesser gleich ist, weil die Linie nach der Sonne in jeden Punkt der Sonnenscheibe gezogen werden kan. So würde auch die Erscheinung wirklich ausfallen, wenn alle Stralen gleich viel Brechbarkeit hätten, wie Descartes, den damaligen Kenntnißen gemäß, annahm. Also fehlte nur noch die wahre Erklärung der Farben, worüber Descartes blos Träume vorbringt.

Diesen Mangel zu ersetzen, war erst **Newton** fähig, dessen Entdeckungen über die verschiedene Brechbarkeit der im Lichte enthaltenen Farbenstralen, s. **Brechbarkeit**, sowohl die Entstehung, als die Ordnung der Farben mit einemmale vollkommen erklären. **Newton** trägt das hiehergehörige (Opt. L. I. P. II. prop. 9.) als eine Anwendung seiner Farbentheorie vor, nimmt das Brechungsverhältniß aus Luft in Wasser für die am meisten und am wenigsten brechbaren Stralen, wie 109 : 81 und 108 : 81 an, giebt eine mathematische Bestimmung der Winkel, unter welchen die meisten Stralen von jeder Farbe ins Auge kommen, und zeigt an, daß die Rechnung diese Winkel für den innern Regenbogen 40° 17′ und 42° 2′, für den äussern 54° 7′ und 50° 57′ gebe. Diesemnach bildet jede Farbe einen besondern Bogen; alle diese Bogen sind concentrisch, und es fällt im innern Bogen der violette inwendig, der rothe auswendig; im äussern hingegen der violette auswendig. Hiedurch wird das ganze Phänomen vollständig erklärt; auch stimmen **Newtons** angegebne Maaße mit der Erfahrung überein. Er fand den grösten Halbmesser des innern Bogens 42 Grad

die Breite $2\frac{1}{4}°$; den kleinsten Abstand beyder Bogen $8\frac{1}{2}°$; und den äussern fast im Verhältniße 3 zu 2 breiter, als den innern.

Es blieb also nichts übrig, als die Berechnung zu erleichtern, und auf die blos möglichen Regenbogen zu erstrecken, die durch mehr als zwo Reflexionen innerhalb des Tropfens entstehen könnten, wozu die neuere Analysis sehr leichte Wege gezeigt hat. Mit dieser blos mathematischen Aufgabe haben sich **Halley** (Philos. Trans. no. 257. for 1700.), **Herrmann, Joh. Bernoulli** (Opp. To. IV. n. 171. p. 197.) und der **Marquis de Courtivron** beschäftiget.

Besondere Erscheinungen bey Regenbogen.

Man sieht bisweilen Regenbogen vor sich in der Luft schweben, oder auf der Erde liegen. **D. Langwith** (Philos. Trans. Vol. XXXI. num. 369. p. 229.) beschreibt einen solchen, der sich auf der Erde einige hundert Yards weit fortstreckte. Die Figur war hyperbolisch und die erhabne Seite gegen das Auge gekehrt; die Farben waren an den nächsten Theilen in einem schmälern Raume beysammen, und lebhafter als an den entfernten. Bey dieser Erscheinung liegen die Tropfen, die den Bogen bilden, auf dem Erdboden, und das Auge steht höher, als dieselben. Der Kegel, dessen Oberfläche die Gesichtsstralen bilden, wird von der Erdfläche geschnitten; daher kan die Gestalt des Bogens hyperbolisch, elliptisch u. s. w. seyn, je nachdem die Lage der Erdfläche gegen die Axe des Kegels beschaffen ist. Da die äussern Farben stumpfere Kegel bilden, als die innern, so macht jeder Farbenbogen eine andere Curve, und man kan sich Fälle denken, wo die eine Farbe eine Hyperbel, die andere eine Parabel, die dritte eine Ellipse bildet. **Menzel** (Ephemerid. Natur. Curios. 1686.) hatte die Erklärung solcher horizontalen Regenbogen als ein Problem aufgegeben: **Jacob Bernoulli** theilte unter den Corollarien einer Dissertation (De seriebus infinitis. Basil. 1689.) die Auflösung ohne Beweis mit; **Cramer** aber hat in der Genfer Ausgabe von Bernoulli's Werken (To. I.

n. 35. p. 400.) den Beweis hinzugefügt; auch handlet Webb (Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 248.) hievon.

Bisweilen sieht man innerhalb des Hauptregenbogens noch einen dritten, oder auch wohl noch mehrere bunte Bogen, deren Erklärung streitiger ist. D. Langwith (Philos. Trans. Vol. XXXII. num. 375. p. 241.) sahe am 21 Aug. 1722. innerhalb des ersten Regenbogens noch einige farbige Ringe, die sich aber nur am obern Stücke des Bogens zeigten, wenn gleich die Farben des Hauptregenbogens unten an den Schenkeln lebhafter waren. Der erste Ring war viel breiter, als die andern, ja, soviel er urtheilen konnte, so breit wie die übrigen zusammen. Der erste hatte die gewöhnlichen Farben; die übrigen zeigten oben die grüne, unten die violette oder Purpurfarbe. Mehrere Zuschauer sahen zugleich eben dasselbe. Bouguer (Mém. de Paris, 1757. p. 62.) sah in Peru den ersten dieser Ringe sehr oft, wenn der Himmel nach der Sonne hin recht heiter, und gegenüber recht dunkel war, in Gestalt eines dritten Regenbogens, der an den innern unmittelbar angrenzte. Le Gentil sahe am 18 Nov. 1756 unter den beyden gewöhnlichen Bogen noch zween andere, deren oberer das Violet des gewöhnlichen Bogens unmittelbar berührte. Sie waren beyde lebhaft blau, und standen um etwas mehr, als ihre Breite, aus einander, so daß der Raum, den beyde einnahmen, etwa so groß, als die Breite des innern Regenbogens, war. Einmal sahe er auch mit Herrn de Fouchy unter dem Violet des gewöhnlichen Bogens einen Raum ohne Farbe, und darunter ein lebhaftes Grün.

D. Pemberton (Philos. Transact. num. 375.) sucht diese Erscheinungen aus der Newtonischen Theorie der Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückwerfens (s. Farben, Th. II. S. 146 u. f.) zu erklären; man findet seine Gedanken auch beym Smith (Lehrbegrif der Optik, durch Kästner S. 244.). Er schreibt aber jedem Farbenstrale besondere Anwandlungen zu, ohne auf die Dicke des Mittels zu sehen; daher Priestley lieber die Erscheinung von den sehr kleinen Regentropfen herleiten will, die mit den größern vermischt sind, und mit denen es eben die Be-

wandniß hat, wie mit den Farben dünner Blättchen. Diese Tröpfchen treibt die durch den Fall des Regens bewegte Luft zugleich mit den größern Tropfen herunter; darum mögen wohl die Nebenbogen nur unter dem höhern Theile des innern Bogens erscheinen, weil die Tröpfchen nicht sehr tief herabkommen. Andere erklären die ganze Erscheinung für zufällige Farben, die aus dem Anschauen des lebhaften Hauptregenbogens im Auge entstehen, s. **Farben, zufällige.** **Bergmann** (Physikal. Beschreib. der Erdkugel, durch Röhl, Th. II. S. 55.) sagt, man könne die Nebenbogen allezeit sehen, wenn man den Hauptbogen einige Minuten lang starr anblicke, und dann das Auge auf den innern dunkeln Raum richte. Herr **Klügel** macht die Bemerkung, daß sie vielleicht von den wenig divergirenden Farbenstralen herrühren können, so wie die Hauptbogen von den parallelen entstehen, wobey nur noch zu erklären seyn würde, warum sich jene nicht ganz herunter erstrecken.

Boscowich (Sopra il turbine, che la notte tra gli XI e XII Giugno del 1749 daneggió una gran parte di Roma, in Roma 1749. 4. s. auch Hamburg. Magazin, X. B. 5 St. Art. 5. S. 229.) sahe am Tage nach einem großen Windwirbel zwo Stunden vor Untergang der Sonne einen dritten Regenbogen, der den innern berührte, und eine Viertelstunde vor Sonnenuntergang drey Nebenbogen mit eben der Ordnung der Farben, alle an einander rührend, nebst einer zweifelhaften Spur eines vierten, den sein Begleiter deutlich erkannte.

Man hat auch die Erscheinung eines dritten Regenbogens aus der Reflexion des Sonnenlichts von Wolken oder Wasser zu erklären gesucht. **Senguerd** (Philos. natur. ed. 2da. Lugd. Batav. 1685. p. 292.) sahe einen solchen, der am Horizonte an den Hauptregenbogen anschloß, oben aber von den beyden gewöhnlichen gleich weit abstand. Er leitet ihn von der Zurückstralung an den Wolken her. **Estienne**, Canonicus zu Chartres (s. Hist. de l'Acad. roy. des sc. à Paris, 1743. p. 54.) sahe am 10 Aug. 1665 einen Regenbogen von einem kreisförmig gebognen Streif durchschnitten, und bemerkt, daß zu dieser Zeit der Fluß Char-

tres etwa 150 Schritte vor ihm gewesen sey. Eben so lassen sich die Bogen erklären, die Halley 1698 zu Chester und Celsius 1743 in Dalekarlien gesehen haben, welche die beyden gewöhnlichen Bogen durchschnitten, und etwas breiter, als dieselben, waren.

Die umgekehrten Regenbogen, dergleichen **Weidler** (Comment. de parheliis, p. 30.) beschreibt, erklärt **Descartes** aus Zurückwerfung der Sonnenstralen von der Fläche eines vorliegenden Wassers. **Weidler** giebt eine andere Erklärung aus Sonnenstralen, die in das Auge jenseits ihres Vereinigungspunkts mit der Axe des Regenbogens fallen, welche Erklärung aber Priestley dunkel und nicht gehörig durchgedacht nennt.

Einen Regenbogen, 20 Minuten nach Sonnenuntergange, dessen Mittelpunkt also über dem Horizonte war, sahe **Georg Edwards** (Philos. Trans. Vol. L. p. 294.) mit den gewöhnlichen, aber etwas schwächern Farben. Er schreibt dessen Entstehung den von der Stadt London aufgestiegnen Dünsten zu.

Mondregenbogen entstehen auf gleiche Art, wie die gewöhnlichen, durch das Licht des Mondes. **Aristoteles** erwähnt sie zuerst, sagt aber, sie zeigten sich nur im Vollmonde, weil sonst das Mondlicht zu schwach sey. Sie sind insgemein sehr blaß, und manchmal kan man gar keine Farben unterscheiden. **De Ulloa** (Voyage au Perou, Vol. I. p. 368.) sahe am 4 Apr. 1738 drey weisse Mondregenbogen, deren mittlerer 60° Durchmesser hatte. So sind die meisten, welche von **Brisson** angeführt werden, nur weisse oder gelbe Bogen gewesen. Dennoch beschreibt **Thoresby** (Philos. Trans. num. 331.) einen, der sehr lebhafte Farben gehabt haben soll.

Wenn das Meer sehr stürmisch ist, und die Wellen sich häufig in Tropfen zertheilen, so bilden die Sonnenstralen darinn die umgekehrten **Meerregenbogen** *(Arcs-en-ciel marins)*, deren man oft 20 — 30 zugleich sieht, die aber gewöhnlich nur zwo Farben, nemlich Gelb gegen die Sonne zu, und Blaßgrün auf der andern Seite, zeigen.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 3. 10. 42. 89. 204. 208.

Newtoni Optice lat. redd. a *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 139 sqq.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. II. §. 2414 sqq.

Bergmann Physikalische Beschreibung der Erdkugel, durch Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. Th. II. S. 52 u. f.

Brisson Dict. rais. de Phys. art. *Arc-en-ciel.*

Regenelektrometer, Electrometrum pluviae electricitatem indicans, Hyeto-electrometrum, *Electromètre pour la pluie.* Ein isolirtes Gefäß, das den Regen auffängt, und durch ein damit verbundnes gewöhnliches Elektrometer die Stärke und Beschaffenheit seiner Elektricität anzeigt. Man sieht aus dieser Beschreibung, daß man eine solche Veranstaltung leicht erfinden, und ihr nach Gefallen verschiedene Einrichtungen geben kan, z. B. wenn man ein gewöhnliches Regenmaaß auf Glasfüße stellt und ein empfindliches Korkkugelelektrometer daran hängt, u. s. w.

Cavallo gebraucht zum Regenelektrometer eine starke Glasröhre ABCI, Taf. XX. Fig. 110, ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Schuh lang, an deren Ende ein zinnerner Trichter DE angekittet ist, welcher einen Theil der Röhre vor dem Regen schützet. Die äussere Oberfläche der Röhre von A bis B ist mit Siegellak überzogen, so wie auch der Theil von ihr, der von dem Trichter bedeckt wird. FD ist ein Stück Rohr, um welches messingne Dräthe in verschiedenen Richtungen geflochten sind, damit sie etwas Regen auffangen, und doch dem Winde nicht Widerstand thun. Dieses Stück Rohr ist an die Röhre befestiget; aus ihm geht ein dünner Drath durch die Röhre hindurch, und ist mit dem stärkern Drathe AG verbunden, der in einem Stücke Kork steckt, welches in das Ende der Röhre A befestiget ist. Das Ende G des Draths ist in einen Ring umgebogen, an welchen man ein Korkelektrometer hängen kan.

Cavallo befestiget dieses Instrument an die Seite des Fensterrahmens, wo es von starken messingnen Haken getragen wird. Die Röhre wird bey CB mit einer seidnen Schnur umwunden, damit die Haken besser fassen können.

Der Theil FC ragt zu dem Fenster hinaus, und das Ende F ist ein wenig über den Horizont erhöhet. Der übrige Theil des Instruments geht durch ein Loch in dem Fensterrahmen in das Zimmer herein, und im Rahmen selbst steckt der Theil CB. Es muß sich leicht abnehmen und wieder aufstellen lassen, weil man es oft abwischen und trocknen muß, besonders, wenn sich ein Platzregen nähert.

Wenn es regnet, und vorzüglich bey vorübergehenden Platzregen wird das Instrument in dieser Stellung sehr oft elektrische Wirkungen zeigen, wobey denn die Stärke und Beschaffenheit der Elektricität, wie gewöhnlich, untersucht wird, s. Elektrometer. Cavallo fand den Regen mehrentheils, obgleich nicht allemal, negativ elektrisirt, zuweilen so stark, daß er am Drathe AG eine kleine Flasche laden konnte.

Tib. Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 297.

Regenmaaß, Hyetometer, Ombrometer, Hyetometrum, Hyetoscopium, Ombrometrum, *Hyetomètre, Ombromètre.* Ein Werkzeug zu Abmessung der Menge des herabfallenden Regens. Man drückt diese Menge dadurch aus, daß man bestimmt, wie hoch das Regenwasser die Oberfläche, auf die es gefallen ist, bedecken würde, wenn es sich gleichförmig über dieselbe ergossen hätte, und nichts davon durch Einsaugung in die Erde oder Ausdünstung verlohren gegangen wäre. Sagt man, ein Platzregen habe 2 Lin. Wasser herabgegossen, so heißt dies, er würde unter den angegebnen Voraussetzungen die Erdfläche, auf die er fiel, 2 Lin. hoch mit Wasser bedeckt haben.

Bey gleichförmiger Verbreitung steht das Wasser über allen Theilen der Fläche gleich hoch; man darf also nur messen, wie hoch es sich über einer kleinen Fläche ansammlet, in die es sich nicht einziehet und auf der es nicht verdünstet. Daher bestehen alle Regenmaaße aus metallnen, gläsernen oder irdenen prismatischen Gefäßen, deren Oberfläche man dem Regen frey aussetzt. Um aber das Verdünsten zu hindern, giebt man ihren Grundflächen die Gestalt von Trich-

tern, die das gesammlete Wasser in eine unten verschloßene Glasröhre führen, in der es bleibt, und durch seine Höhe oder sein Gewicht die Menge des gefallenen Regens angiebt. Man muß nemlich durch Rechnung oder Proben bestimmen, wieviel Höhe die Wassermenge, die des Gefäßes Oberfläche 1 Lin. hoch bedecken würde, in der Röhre einnimmt, oder wieviel sie wiegt. Alsdann kan man durch eine an die Röhre angebrachte Scale, oder durch Abwägen und Berechnung, die Linien des gefallenen Regens erfahren.

Durch das Volumen des aufgesammleten Wassers hat, soviel mir bekannt ist, zuerst Mariotte die Menge des Regens bestimmt, s. Quellen; die Methode, sie durch das Gewicht zu finden, gebrauchte Townley 1677 (Philos. Transact. num. 208. p. 51.).

Leutmanns Hyetometer (Instrumenta Meteorognosiae inservientia. Witeb. 1725. 8. Cap. 6.) ist ein zinnerner viereckigter Trichter von 1 Quadratschuh Oberfläche, der sich unten in einen konischen Canal endigt, dessen Oefnung die Größe einer Erbse hat. Daran wird eine Glasröhre von 2—3 Zoll Durchmesser angebracht, die den kegelförmigen Canal ganz in sich fasset, unten wieder trichterförmig ausläuft, und durch einen Hahn mit einer zwoten Glasröhre von 3—4 Lin. Durchmesser verbunden ist. Jede dieser Glasröhren ist 2—3 Schuh hoch, und die untere ist am Ende wieder mit einem Hahne verschloßen. Leutmann wiegt ein Loth Wasser ab, und sieht, wieviel Höhe es in der untersten Röhre einnimmt; diese Höhe theilt er in 4 Theile, und trägt solche Theile auf einen Maaßstab, der längst der ganzen untern Röhre hingeht. Die obere weitere Glasröhre theilt er eben so nach Pfunden ab. Wird nun das Instrument dem Regen ausgesetzt, so läuft das Wasser in die obere Röhre, zeigt durch seine Höhe die Anzahl der Pfunde an, und kan durch die Oefnung des Hahns in die untere Röhre gelassen werden, um das, was über ganze Pfunde hinausgeht, nach Lothen und Quentchen abzumessen. Dadurch erfährt man das Gewicht des Wassers, das sich über einen Quadratschuh Fläche ergossen hat. Er bringt

noch eine Art von Ofen dabey an, um im Winter das Verfrieren der Oefnungen zu verhüten.

Roger Pickering (Philos. Trans. 1744. num. 473.) beschreibt unter andern meteorologischen Instrumenten auch ein sehr einfaches Ombrometer, aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche, mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmesser. Die Glasröhre ist auf 3 Fuß lang, und in ein Bret mit einer Scale eingelegt. Diese Scale giebt die Höhen an, welche ein Cubikzoll Wasser in der Röhre einnimt, und diese kan man noch in eine bestimmte Anzahl Theile theilen, z. B. in 32, wenn man die Beobachtungen nach Zweyunddreyßigtheilen des Zolles machen will.

Das in Frankreich gewöhnliche Ombrometer beschreibt **de la Fond** auf folgende Art. Man stellt an einem abgelegnen, freyen und doch vor dem Winde gedeckten Orte ein zinnernes Gefäß auf, das 4 Quadratschuh Oberfläche, und rings um 6 Zoll hohe Ränder hat. Man giebt demselben etwas Abhang gegen den einen Rand zu, wo es eine Oefnung mit einer Röhre hat, welche alles auf die Fläche des Gefäßes gefallene Wasser in einen darunter gestellten und übrigens wohl bedeckten Krug führt. Sobald es aufhört zu regnen, mißt man das Wasser im Kruge mit einem holen gläsernen Würfel von 3 Zoll Seite. In diesem Würfel muß so viel Wasser, als sich über 4 Quadratschuh Fläche ½ Linie hoch verbreitet, 32 Lin. Höhe einnehmen. Man zieht daher rings um den gläsernen Würfel, 4 Lin. unter dem obern Rande (also in der Höhe von 32 Lin.), einen Strich, füllt beym Ausmessen den Würfel allemal bis an denselben, und rechnet jedes solches Maaß für eine halbe Linie Regenmenge.

Townley (Philos. Transact. num. 208. p. 51.) beobachtete vom Jahre 1677 an bis 1693 in Lancastershire die Menge des gefallenen Regens durch das Gewicht; so wie **Derham** (Philos. Trans. num. 237. p. 47.) zu Upminster in Essex von 1697 an. In Paris fieng **de la Hire** Beobachtungen nach der Wasserhöhe an, welche man seit 1699 ununterbrochen fortgesetzt hat. Auszüge aus den darüber

gehaltenen Verzeichnißen, nebst Algöwers Beobachtungen in Ulm (Specimen Hyetometriae curiosae ab ann. 1715 ad 1721.) findet man beym **Wolf** (Nützl. Versuche, Th. II. S. 237 u. f.). Von den Resultaten dieser Beobachtungen habe ich bey dem Worte **Regen** schon das nöthigste beygebracht.

Wolf ist mit der Methode der Engländer und Leutmanns, die Regenmenge nach dem Gewichte anzugeben, gar nicht zufrieden. Er gesteht zwar ein, daß man das Gewicht allezeit genauer finden könne, als das Volumen; aber er erinnert richtig, das Regenwasser habe nicht immer einerley eigenthümliches Gewicht, und schon die Abwechselung der Wärme und Kälte könne hierinn einen merklichen Unterschied machen. Leutmann verbindet in dieser Absicht mit seinem Werkzeuge ein gewöhnliches Aräometer, das die specifische Schwere des Regenwassers angiebt, unter dem Namen eines **hyetostathmischen Instruments**. Jetzt ist die Abmessung durch die Wasserhöhe fast durchgängig eingeführt.

Das Regenmaaß, welches die Manheimer meteorologische Societät (s. **Meteorologie**) ihren Beobachtern mittheilt, besteht aus einem oben ofnen Kasten, der das Wasser auffängt, und durch eine Röhre erst in ein Behältniß, und dann nach Gefallen in das eigentliche Gemäß, das im Kabinet steht, leitet. Es ist auch eine Vorrichtung zu Austhauung und Abmessung des Schnees und Hagels dabey angebracht.

Um die Menge des gefallenen Regens stundenweise zu erfahren, hat Herr **Herrmann**, Pastor in Cämmerswalda im Sächsischen Erzgebirge (Mechanischer verbesserter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyberg und Annaberg, 1789. 8.) eine artige Einrichtung angegeben. Zwölf gewöhnliche Hyetometer, nemlich Flaschen mit aufgesetzten Trichtern, von gleicher Oberfläche, sind auf einer Scheibe in einen Kreis gestellt. Diese Scheibe ist um ihren Mittelpunkt beweglich, und wird mit einer Schlaguhr so verbunden, daß sie alle Stunden um $\frac{1}{12}$ des ganzen Umkreises fortgedreht wird. Diese ganze Vorrichtung be-

deckt ein unbewegliches Dach, welches nur an einer Stelle so weit ausgeschnitten ist, daß unter der Oefnung gerade ein Trichter unbedeckt stehen kan, die übrigen eilf aber vom Dache bedeckt bleiben. Die Uhr bringt also alle Stunden einen andern Trichter unter die Oefnung, und so sammlet sich in jeder Flasche nur so viel Wasser, als in der Stunde, da sie frey stand, auf den Trichter gefallen ist. Die Flaschen sind mit den Zahlen der Stunden bezeichnet: man kan also am Morgen sehen, wie viel es die Nacht über in jeder Stunde geregnet hat, u. s. w.

J. G. Leutmann Instrumenta Meteorologiae inservientia. Witeb. 1725. 8.

Wolf Nützl. Versuche rc. II. Theil, Halle, 1722. 8. Cap. 6. §. 88 u. f.

Sigaud de la Fond Dict. de physique art. *Ombromètre.*

Reiben, Reibung, Friction, Frictio, Affrictus, Attritus, *Frottement*. Reiben heißt eigentlich rauhe Flächen mit Zusammendrückung an einander hin bewegen. Hiebey greifen die Erhabenheiten der einen in die Vertiefungen der andern ein, und veranlassen dadurch einen Widerstand, der die Bewegung ganz oder zum Theil aufhält. Dieser Widerstand bekömmt nun auch den Namen des Reibens oder der Friction. Er veranlasset bey dem Gange der Maschinen, wobey sich unvermeidlich Theile an einander reiben müssen, beträchtliche Ausnahmen von den gewöhnlichen theoretischen Berechnungen, und muß daher in der Mechanik als ein Hinderniß der Bewegung besonders betrachtet werden. Wenn z. B. an einer Radwinde 300 Pfund Last mit 25 Pfund Kraft im Gleichgewichte stehen, so sollte die geringste Verstärkung der Kraft um wenige Quentchen schon die Last bewegen. Aber das Reiben der Zapfen in ihren Lagern kan so stark seyn, daß vielleicht noch 10 Pfund Kraft erfordert werden, um die verlangte Bewegung hervorzubringen.

Wenn ein schwerer Körper auf einer wagrechten Fläche ruht, so trägt diese sein ganzes Gewicht, und die geringste Kraft sollte nun vermögend seyn, ihn fortzuziehen

oder fortzustoßen. Aber das Reiben des Körpers an der Fläche, macht zum Fortbringen desselben noch eine beträchtliche Kraft nöthig, auf deren Untersuchung die ganze Theorie des Reibens beruht. So haben die Pferde auf wagrechtem Boden nicht die Last des Wagens zu überwinden; sie verwenden ihre Kraft blos gegen das Reiben der Theile des Fuhrwerks. Wenn ein hölzernes oder metallnes Parallelepipedum auf einer ebnen wagrechten Tafel ruht, so kan man an die Vorderfläche desselben einen Faden befestigen, über eine Rolle ziehen, und mit Gewichten beschweren. Kleine Gewichte werden den Körper noch nicht bewegen; legt man aber nach und nach mehr hinzu, so wird endlich Bewegung erfolgen, und man wird dadurch die Kraft, welche das Reiben überwindet, d. i. die Größe des Reibens selbst, bestimmen oder doch in sehr enge Grenzen einschließen können. Wäre es möglich, den Raum, durch den das Gewicht in einer gegebnen Zeit sinkt, genau abzumessen, so würde sich hieraus die Größe des Reibens noch schärfer bestimmen lassen.

Durch solche Mittel hat **Amontons** (Hist. de l'acad. roy. des sc. 1699. p. 104.) das Reiben untersucht, und ohngefähr einem Drittel des Drucks gleich gefunden, daß man also, um 6 Pfund Holz auf wagrechtem Boden fortzuziehen, 2 Pfund Kraft nöthig hätte. **Leupold** (Theatr. machin. gener. Cap. XVI. §. 217.) fand eben dies durch Versuche mit hölzernen Bretern, und **Belidor** (Architect. hydraul. Liv. I. ch. 2. §. 122.) stimmt seinen Erfahrungen gemäß diesem Satze gleichfalls bey.

Hiebey scheint es sonderbar, daß sich das Reiben blos nach dem Drucke richten soll. Da der Widerstand von den eingreifenden Erhöhungen und Vertiefungen herkömmt, deren es desto mehr giebt, je größer die in Berührung gebrachten Flächen sind, so sollte man vielmehr erwarten, das Reiben werde sich hauptsächlich nach der Größe der Flächen richten. Dies war auch bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts die allgemeine Meinung. Nichts desto weniger fand Amontons das Reiben noch eben so groß, wenn er sein Parallelepipedum auf die kleinere Seitenfläche setzte,

oder es zerschnitt, und beyde Helften über einander legte, obgleich im letztern Falle die berührende Fläche nur halb so groß war, als wenn der Körper ganz blieb, und beyde Helften nebeneinander lagen. Leupold schloß aus seinen Versuchen eben das, und man sucht es insgemein dadurch begreiflich zu machen, daß zwar im letzten Falle nur halb soviel eingreifende Berührungsstellen sind, dafür aber auch jede doppelt so stark, als vorher, in die Vertiefungen der andern Fläche eingedrückt wird.

Parent (Hist. de l'acad. roy. 1700. p. 147. Mém. 1704. p. 173. 206.) sucht diese Größe der Friction aus theoretischen Gründen zu bestimmen. Er sieht die Erhabenheiten und Tiefen der Flächen als Halbkugeln von gleicher Größe an, von denen jede obere drey untere so berührt, daß alle vier mit ihren Mittelpunkten in den vier Spitzen eines Tetraeders liegen. Er nimmt ferner an, eine Kraft ziehe die obere Kugel mit der auf ihr ruhenden Last nach einer wagrechten Richtung fort, und berechnet aus den Gesetzen der schiefen Ebne, wie sich diese Kraft gegen die ganze Last der obern Halbkugel verhalten müsse, um sie im Gleichgewichte zu erhalten, wenn eine oder zwo von den untern Kugeln weggenommen würden. Er findet diese Kraft gegen die Last im Verhältniße der Linie, welche aus dem Schwerpunkte der Grundfläche des Tetraeders senkrecht auf die eine Seite dieser Grundfläche gezogen werden kan, zur Axe oder Höhe des Tetraeders. Dieses Verhältniß ist nach der Theorie der regulären Körper $= 1 : \sqrt{8}$. Daher, schließt er, wird auch das Reiben zum Drucke an jeder Stelle im Verhältniße $1 : \sqrt{8}$ seyn. Hieben ändert die Größe der Flächen nichts: größere Flächen haben zwar mehr Stellen; wenn aber der Druck der nemliche bleibt, so vertheilt er sich unter alle Stellen, und wird für jede desto kleiner, je mehr derselben sind. In diesem Verhältniße aber wird auch die Reibung an jeder Stelle geringer, daß also die Totalsumme des ganzen Reibens die vorige bleibt, obgleich der Stellen mehr werden. Uebrigens nimmt Parent das Reiben für

$\frac{7}{20}$ des Drucks an, weil 1 : $\sqrt{8}$ dem Verhältniße 7 : 20 sehr nahe kömmt.

De la Hire unterscheidet die drey Fälle, da die Rauhigkeiten der Flächen entweder elastisch sind und sich biegen, oder da sie hart sind, und der bewegte Körper gehoben werden muß, oder endlich, da sie brechen und sich losreissen. Er glaubt, in den beyden ersten Fällen richte sich das Reiben blos nach der Größe des Drucks, im letzten aber augenscheinlich auch nach der Größe der Flächen. Leupold versichert, bey gleich schweren hölzernen Wellen das Reiben gleich groß gefunden zu haben, ob sie schon verschiedne Dicken gehabt hätten, womit auch Leibnitz (Miscellan. Berol. To. I. p. 307 seqq.) einig ist. Leonh. Christoph Sturm (Obs. circa frictionem machinarum in Miscell. Berol. To. I. p. 294 sqq.) hat zwar dagegen eingewendet, daß eben dieselbe Mühlwelle auf dünnern Zapfen leichter laufe als auf stärkern, aber Leupold erinnert sehr richtig, daß dies von dem geringern Momente der Friction bey dünnen Zapfen (d. i. von der geringern Entfernung der reibenden Stelle vom Ruhepunkte) herrühre, und hier, wo von der absoluten Größe des Reibens die Rede ist, nichts beweise. Belidor bringt Parents Demonstration ebenfalls bey, bestätigt den Satz durch eigne Erfahrungen, behält aber für die Rechnungen das Verhältniß 1 : 3 bey.

Auf eine andere Art findet man die Größe des Reibens, wenn man die Fläche, die den Körper trägt, an dem einen Ende erhebt, daß sie schiefe Lagen gegen den Horizont bekömmt. Nach der Theorie der schiefen Fläche sollte der Körper schon bey dem geringsten Neigungswinkel herabgleiten; wegen des Reibens aber thut er dies erst, wenn dieser Winkel eine gewisse Größe erreicht hat. Der gröste Winkel, unter dem der Körper noch liegen bleibt, heißt der Ruhewinkel (angulus quietis). Bey diesem Winkel wird der Körper eben so stark zur Bewegung getrieben, als ihn die Friction zurückhält, und man findet durch gehörig angestellte Betrachtung, daß sich das Reiben auf der wagrechten Fläche zum Drucke verhalte, wie die Tangente des Ru-

hewinkels zum Sinustotus. Ist die Friction $\frac{1}{3}$ des Drucks, so findet man für die Tangente 0,3333333 ... den Ruhewinkel = 18° 26′.

Nach dieser Methode ist die Friction von **Bilfinger** (Comm. Petrop. To. II. p. 403 sqq.) und **Belidor** untersucht worden. Jener fand den Ruhewinkel allemal zwischen 12 und 15 Grad, woraus, wenn man das Mittel 13½ Grad nimmt, die Größe des Reibens = 0,24 oder fast ¼ des Drucks folgt. **Belidors** Versuche gaben 18° 20′, welches **Amontons** Bestimmung von 1 : 3 sehr nahe kömmt. Genauer zu verfahren, müste man den Körper herabglitschen lassen, und das Reiben aus dem Raume suchen, den er in einer bestimmten Zeit zurücklegte, wozu **Euler** (Sur le frottement in den Mém. de l'Acad. de Prusse 1748. p. 130.) und **Kästner** (Anfangsgr. der höh. Mechanik, S. 285.) Anleitung geben. Aber die Schwierigkeit, den Ruhewinkel recht genau abzumessen, macht dieses ganze Verfahren unzuverläßig.

Camus (Traité des forces mouvantes) und **Desaguliers** (Course of experimental-philosophy, Lect. 4.) haben den Satz des Amontons ebenfalls vertheidigt, und durch viele Versuche bestärkt. Der letztere giebt unter dem Namen einer **Frictionsmaschine** zu solchen Versuchen ein eignes Werkzeug an, woran eine mit Gewichten beschwerte Welle durch Schwingungen gespannter Uhrfedern, die man losläßt, schnell hin und her gedreht wird. Das Reiben der Welle in ihren Lagern macht, daß die Schwingungen der Federn immer schwächer werden, und endlich gar aufhören. So giebt die Anzahl der Schwingungen ein Maaß für die Größe des Reibens; es werden der Schwingungen immer weniger, je mehr Gewicht man an die Welle bringt. Man kan mit diesem Werkzeuge sehr schnell und ohne alle Vorbereitung experimentiren; aber zu einem genauen Maaße des Reibens ist es auf keine Weise geschickt.

Die genausten Versuche über das Reiben sind unstreitig die von **Muſſchenbroek** (Introd. ad philos. natur. To. I. c. 9.). Sie zeigen deutlich, daß das Reiben zwar größtentheils, aber doch keinesweges gänzlich, vom Druck

abhange, und daß überhaupt kein allgemeines Gesetz für dasselbe statt finde. Bey Tannenholz auf Tannenholz nach der Länge der Fibern gerieben war das Reiben anfänglich $\frac{1}{2}$ des Gewichts; aber bey zunehmendem Drucke ward es nur $\frac{1}{3}$, endlich $\frac{1}{6}$. Tannenholz auf Buchsbaum gab anfänglich $\frac{1}{3}$, bey stärkerm Drucke nur $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$. Beym Eichenholz auf Eichenholz war die Friction anfänglich nicht so stark, als bey Tannen- auf Tannenholz: bey stärkerm Drucke aber blieb sie etwas größer, ob sie gleich auch ein kleinerer Theil des Drucks ward. Wurden die Hölzer so gerieben, daß sich die Richtungen ihrer Fibern kreuzten, so war die Friction weit stärker, vorzüglich bey Tannen- auf Tannenholz. Bey vermehrter Fläche ward zwar das Reiben stärker, aber gar nicht im Verhältniße der Fläche selbst.

Das Reiben der Metalle untersuchte **Mußchenbroek** mit einem eignen Werkzeuge, dem **Triboineter**, Taf. XX. Fig. 111. Es bestand aus einer 4 Zoll dicken hölzernen Welle AB, mit einer durchgesteckten stählernen Axe DD, die bey D und D $\frac{1}{4}$ Zoll, bey CC $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte, und mit der Welle 3 Pfund wog. Man konnte das Ganze auf ein Gestell bringen, wobey die Zapfen in Lager von verschiedenen Materien, z. B. Stahl, Kupfer, Zinn, Guajakholz u. s. w. eingelegt werden konnten, welche Lager so, wie die Zapfen selbst, sehr wohl polirt waren. Um die Welle war eine Schnur geschlagen, woran an beyden Seiten gleiche Gewichte P und Q gehangen wurden, um den Druck gegen die Zapfenlager nach Gefallen zu vergrößern. Auf einer Seite hieng an einer sehr feinen Schnur die Schaale R, um darein das Uebergewicht zu legen, welches das Reiben überwinden und die Welle drehen sollte. Weil beym Gebrauch der dünnen Zapfen DD die Welle 16mal dicker, als die Zapfen, war, folglich R 16mal mehr Moment bekam, als das Reiben am Umfange von D, so verhielt sich die Friction zum Druck, wie 16 R : P + Q + 3 Pf.

Ex. Wenn der stählerne Zapfen auf Messing lief, und an beyden Seiten der Welle 1 Pfund Gewicht hieng, so muste zu Bewegung der Welle R = 6 Drachmen = $\frac{1}{21}$

Pfund seyn. Also war das Reiben zum Druck, wie $\frac{3 . 16}{64}$: $1 + 1 + 3 = \frac{3}{4} : 5$, oder wie $1 : 6\frac{2}{3}$. Bestrich man die Zapfen mit Oel, so brauchte man in R nur $5\frac{1}{2}$ Drachmen = $\frac{11}{128}$ Pfund; also war das Reiben zum Druck, wie $\frac{11 . 16}{256}$: $5 = \frac{11}{16} : 5 = 1 : 7\frac{3}{11}$ u. s. w.

Diese Versuche zeigten folgendes. Stahl läuft am leichtsten auf Messing, mit mehr Reibung der Ordnung nach auf Bley, Kupfer, Guajakholz, Stahl, Zinn. Die Friction wächst nicht genau im Verhältniß des Drucks, und jede Art der Körper scheint hierinn eignen Gesetzen zu folgen die sich nicht allgemein machen lassen. Wenn die Zapfen eingeölt sind, so ist das Reiben bey Stahl auf Messing etwa $\frac{1}{7}$, bey Stahl auf Kupfer $\frac{1}{6}$, bey Stahl auf Stahl $\frac{1}{4}$ des Drucks. Körper von einerley Materie, z. B. Stahl auf Stahl, reiben sich untereinander am stärksten, vermuthlich, weil die Ungleichheiten ihrer Flächen einerley Größe haben, daher sie am vollkommensten congruiren, und am tiefsten in einander eingreifen.

Diese Untersuchungen betreffen nun blos das Reiben für den ersten Augenblick, in welchem der Körper anfängt sich zu bewegen, welches von **Segner** (Diss. de adfrictu solidorum in motu constitutorum. Halae, 1758. 4.) die **Friction der Ruhe** nennt. Bey der Bewegung selbst ändert sich ihre Größe, wie schon **Musschenbroek** (Introd. ad phil. nat. §. 523.) erinnert, und durch einige Versuche bestätiget. Die **Friction der Bewegung** wird stärker, wenn die Geschwindigkeit zunimmt; woraus sich erklären läßt, warum die Maschinen, wenn gleich die treibende Kraft ununterbrochen zu wirken fortfährt, nicht immerfort geschwinder gehen, sondern endlich in einen **Beharrungsstand** gerathen, bey dem ihre Geschwindigkeit nicht weiter zunimmt. In diesem Beharrungsstande ist also die Bewegung gleichförmig, und die Ueberwucht der Kraft über das Gleichgewicht wird gerade auf die Friction verwendet. Mit Hülfe dieses Satzes hat **Musschenbroek** an seinem Tribo-

meter die Frictionen mit den Geschwindigkeiten im Beharrungsstande verglichen. Das Resultat scheint zu seyn, daß sich die Unterschiede der Geschwindigkeiten, wie die Logarithmen der Frictionen, verhalten, welchen Satz auch von Segner zum Grunde legt, und Formeln daraus herleitet, deren Richtigkeit durch andere sinnreich ausgedachte Versuche ziemlich wahrscheinlich gemacht wird.

Euler hingegen (Theoria motus corporum solid. §. 961. p. 450.) betrachtet das Reiben als eine während der ganzen Bewegung beständig einerley bleibende Größe, und leitet daraus Methoden her, aus der Zeit, worinn eine gegebne Kraft die gegebne Last in einer Maschine auf eine gegebne Höhe hebt, die Größe der Friction zu bestimmen. Diese Methoden gelten zwar nur für den Beharrungsstand, in welchem die Friction wirklich unverändert bleibt; sie sind aber dennoch für die Ausübung gar sehr brauchbar, weil der Beharrungsstand eben derjenige ist, für welchen man zu praktischen Absichten jede Maschine berechnen und einrichten muß.

Die mathematische Theorie der Friction mit Anwendung auf die Maschinen findet man beym Belidor (Architect. hydraul. L. I. chap. 2.) und Karsten (Lehrbegrif der gesammten Mathem. Th. IV. Mechanik der festen Körper, im 22sten u. f. Abschnitten) vorgetragen. Man hat hierüber auch gute einzelne Schriften von Meister (De aberratione attritus a lege inertiae in Nov. Comm. Soc. Gotting. To. I. p. 141.), Lambert (Sur le frottement, en tant qu' il ralentit le mouvement in Nouv. mém. de l'acad. de Berl. 1772. p. 9.), Coulomb (Sur la theorie des machines simples en ayant égard au frottement de leurs parties etc. piece qui a remporté le prix double de l'acad. de Paris pour 1781, auszugsweise in *Rozier* Journal, Sept. 1783.), Metternich (Diss. de frictione. Erf. 1786. 4. Von dem Widerstande der Reibung, a. d. latein. Frankf. u. Maynz. 1789. 8.).

Das Reiben der Theile kan bey den Maschinen durch verschiedene Mittel beträchtlich vermindert werden. Hieher gehört vorzüglich der Vortheil, daß man nicht einerley Ma-

terien an einander laufen läßt, sondern solche wählt, die sich wenig reiben, z. B. Stahl auf Messing. So macht man in den Uhrwerken die Spindeln der Räder und Getriebe von Stahl, und läßt ihre feinen Zapfen in Löchern laufen, die in messingne Platten eingebohrt sind. Eben so sind insgemein die Räder von Messing, die Getriebe, in die sie greifen, von Stahl.

Ferner wird das Reiben durch Einschmieren oder Bestreichen der Flächen mit schmierigen Materien ungemein vermindert. Man erklärt diese Erscheinung gewöhnlich daraus, weil durch diese Bestreichung die Erhabenheiten und Vertiefungen der Flächen ausgefüllt und mit einer Substanz versehen werden, deren Theile bey der Bewegung der Körper sehr leicht an einander hin gleiten. Hierauf beruht das Einschmieren der Wagen und anderer hölzernen Maschinen mit thierischen Fetten, der Uhrwerke und metallnen Werkzeuge überhaupt mit Baumöl oder Mandelöl u. s. w.

Endlich kan das Reiben fast ganz vermieden werden, wenn man die Einrichtung so trift, daß sich Flächen nicht an einander schieben *(glisser)*, sondern über einander **rollen** oder sich **wälzen** *(rouler)*, daher auch **Leibnitz** (Miscell. Berol. To. I. p. 311.) bey seiner Theorie des Reibens das **Schieben** (superincessus radens) vom **Wälzen** (superincessus volvens) unterscheidet. Beym Rollen oder Wälzen heben sich die eingreifenden Theile fast ohne allen Widerstand aus den Vertiefungen der andern Fläche aus. Hierauf beruht die Fortschaffung großer Lasten auf untergelegten Walzen, Kugeln oder Rollen, und die Erfindung der Wagenräder, von deren Einrichtung **Leupold**, **Camus** und **Desaguliers** (s. Hamburgisches Magazin, XI B. 1 St. Num. 6.) handlen. Durch die Wagenräder würde auf völlig ebnem und wagrechtem Wege das Reiben am Boden fast ganz vermieden werden; es entsteht aber ein neues Reiben der Wagenachsen an den Naben der Räder, welches man den Versuchen zufolge bey einem wohleingerichteten und gehörig geschmierten Fuhrwerke auf $\frac{1}{7}$ der Last schätzt. Dieses Reiben macht den Widerstand aus, den

die Pferde zu überwinden haben. Setzt man die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge = 175 Pfund, so findet sich die Last, deren Reiben es überwältigen kan, 7. 175 = 1225 Pfund oder fast 12 Centner. Dennoch darf man auf ein Pferd nicht leicht über 7 bis 8 Centner rechnen, weil die Wege nicht gleich gut sind, auch oft bergan gehen, in welchem Falle die Pferde einen ziemlichen Theil der Last selbst zu heben bekommen.

Sollen sich die Zähne der Räder und Getriebe nicht an einander schieben, sondern wälzen, so muß man ihnen epicykloidalische Gestalten geben, welches nach **Leibnizens** Nachricht **Römer** zuerst gelehrt hat.

Wenn sich Körper blos hin und her bewegen sollen, wie der Balken einer Wage, eine Pendelstange, eine Glocke u. dgl., so kan man die Bewegung fast ganz vom Reiben befreyen, wenn man die Zapfen der Axe, um welche die Bewegung geschehen soll, nicht rund macht, sondern unten abschärft, wie Taf. XX. Fig. 112, so daß sie bey B eine Schneide bekommen, und mit selbiger entweder auf einer wagrechten Ebne A C, oder auf dem innern Rande einer kreisrunden Oefnung B D aufliegen. Wenn alsdann der am Zapfen E befindliche Körper hin und her geht, so reibt sich E nicht an der Unterlage, sondern wiegt sich auf der Schneide B ohne Reibung. So werden die Zapfen gebildet, mit denen man den Wagbalken in die Löcher der Scheere einlegt, s. **Wage**; und so hatte **Graham** das für die französischen Akademisten in Lappland verfertigte Pendel an der Axe E auf eine wagrechte polirte Ebne A C aufgelegt. Auf ähnlichen Gründen beruht eine von **Leupold** (Theatr. machin. gener. Tab. XXXII. Fig. 1.) abgebildete Art, die Glocken aufzuhängen.

So beschwerlich und zweckwidrig das Reiben bey Hervorbringung der Bewegungen ist, so zieht man doch auch aus demselben in vielen Fällen große Vortheile. Es wird nützlich, sobald es darauf ankömmt, Bewegungen, die man nicht haben will, zu verhindern. Potenzen, welche mit wenig Reibung wirken, z. B. der Hebel, erfordern ein unabläßiges Fortwirken der Kraft. Sobald diese einen Augen-

blick nachläßt, geht das Rüstzeug zurück, bringt die Last wieder an die vorige Stelle, und vereitelt alle vorhergegangne Bemühung. Wo hingegen die Friction stark ist, hindert diese von selbst das Zurücklaufen der Maschine, wenn auch die Kraft ganz aufhört, und sichert dadurch die Früchte der vorigen Arbeit. Dies ist der große Vorzug der Schraube, die zwar beym Eindrehen wegen des starken Reibens viel Gewalt erfordert, aber auch, wenn sie einmal an Ort und Stelle gebracht ist, wegen eben dieses Reibens, ohne weiteres Zuthun einer Kraft, auf immer feststeht, s. **Schraube.** Damit das Seil von der Radwinde nicht abglitsche, wenn die Kraft nachläßt, schlingt man es blos einigemal straff um die Welle, und läst das andere Ende desselben durch eine oder mehrere Personen stark anziehen. Dieser Zug, der sonst zu Erhaltung der Last viel zu schwach seyn würde, ist in Verbindung mit dem Reiben des Seils an der Welle zu dieser Absicht völlig hinreichend, u. s. w. So gewährt das Reiben der Mechanik beträchtliche Vortheile, wenn die Absicht ist, schädliche Bewegungen zu hindern.

Ausserdem wird durchs Reiben fühlbare Wärme erregt, und oft Flamme hervorgebracht, s. **Feuer, Wärme.** So können Wagen, Mühlwerke und andere hölzerne Maschinen in Brand gerathen, wenn man in den Zapfenlagern, wo das Reiben stark ist, die Schmiere oder Abkühlung fehlen läst. Auch wird durch Reiben die ursprüngliche Elektricität erregt, und Vertheilung des Magnetismus bewirkt, s. **Elektricität, Magnet.**

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik. Dritter Theil, XII Abschnitt. Vierter Theil, XXII Abschnitt.

Leupold Theatrum machinarum generale. Leipzig, 1724. fol. Cap. XVI. §. 217.

Büsch Versuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens. Hamburg, 1776. 8. Erl. der Mechanik, S. 334. §. 47 u. f.

Reibzeug der Elektrisirmaschine, Reiber, Küssen, Corpus affricans s. electricitatem excitans affrictu, *Corps frottant, Coussinet électrique.* Diesen Na-

men führt derjenige Körper, mit dem man einen Nichtleiter reibt, um die ursprüngliche Elektricität in ihm zu erregen. Bey den ersten elektrischen Versuchen rieb man Glasröhren mit der Hand; auch machte man die Glaskugeln, die nachher, um mehr Bequemlichkeit zu erhalten, in Gestellen umgedreht wurden, anfänglich nicht anders, als durch Anlegen der Hände, elektrisch. In der That ist auch eine reine und trokne Hand für das Glas eines der besten und wirksamsten Reibzeuge.

Weil aber das Anlegen der Hand eine Person mehr erfordert, vielleicht auch aus Besorgniß für die Gesundheit derer, die die Elektricität durch ihre Hände oft hergeben musten, brachte Winkler in Leipzig zuerst Polster oder Küssen an, an denen sich die umlaufenden Glaskugeln rieben. Dies geschah zum erstenmale bey der Maschine, welche beym Worte Elektricität (Th. I. S. 784.) angeführt ist, und die nach Winklers eigner Versicherung (Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektric. Leipzig, 1744. 8.) von dem leipziger Drechsler Gießing angegeben war. Diese Maschine hatte einen Glascylinder oder nur ein gemeines Bierglas, und das Küssen war unter demselben angebracht. Es war von Leder oder Leinwand, mit Wolle oder andern weichen Sachen gestopft, und konnte durch eine Stellschraube an das Glas angedrückt werden. Winkler gieng zwar von dieser Einrichtung wieder ab, weil sie das Glas zu sehr erhitzte, kam aber doch nachher wieder zu den Küssen zurück, die er mit einer Feder versahe, um sie gelinder an die Glascylinder oder Kugeln anzudrücken.

In England nahmen Watson und Wilson mit den in Deutschland erfundenen Maschinen, auch zugleich den Gebrauch der Küssen an. Nollet hingegen verwarf die Küssen, und bediente sich blos der angelegten Hand. Dennoch fanden andere auch in Frankreich die Küssen bequemer, und Sigaud de la Fond erzählt, er habe schon im Jahre 1754 Federn dabey angebracht, und sie seitdem immer mit gutem Erfolg gebraucht.

Watson (Philos. Trans. Num. 484. §. 63.) bemerkte, daß die Elektricität stärker erregt ward, wenn man das Küssen und das ganze Gestell der Maschine anfeuchtete. Auch Wilson fand es gut, das lederne Küssen mit Silber oder Kupfer zu überziehen, und die ganze Maschine mit dem feuchten Boden zu verbinden. Man konnte sich damals diese Phänomene nicht erklären. Nollet läugnete sie gänzlich und glaubte, daß alle Feuchtigkeit überhaupt der Elektricität nachtheilig sey. Inzwischen bemerkte doch Watson immer deutlicher, daß das Isoliren der Kugel und des Reibzeugs nur eine schwache, kaum merkliche, Elektricität gewährte, die aber augenblicklich stärker ward, sobald man eines von beyden mit dem feuchten Fußboden verband. Dies überzeugte ihn nach und nach, daß die Elektricität der geriebnen Kugel nicht eigen sey, sondern auf Veranlassung des Reibens aus dem Fußboden herbeygeführt werde. Endlich fand D. Bevis um 1747, daß die isolirte reibende Person einer andern isolirten, die die Kugel oder den Leiter berührt, stärkere Funken giebt, als beyde einer dritten auf dem Fußboden stehenden geben, woraus Watson schloß, daß dem Reibzeuge eben soviel Elektricität genommen, als der Kugel gegeben werde. Dies führte zuerst auf richtigere Begriffe von den entgegengesetzten Elektricitäten. Franklin, der es ebenfalls bemerkt hatte, gründete darauf seine Theorie, und man hat seitdem nicht mehr daran gezweifelt, daß das E des Reibzeugs dem E der Kugel entgegengesetzt sey, oder daß von zween an einander geriebnen Körpern allemal der eine + E, der andere — E erhalte.

Hiedurch ist der Begrif vom Reibzeug weit allgemeiner geworden. Wenn man zwo Substanzen reibt, erhält man allezeit beyde Elektricitäten. Will man die eine stark haben, so isolirt man die Substanz, an der sie sich zeigt, und verbindet die andere mit der Erde, damit sie soviel ± E, als man nöthig hat, erhalten oder abgeben kan. Diese letztere Substanz heißt alsdann das Reibzeug. Werden beyde Substanzen isolirt, so erhält man auf jeden Fall nur schwache Elektricität. Werden sie beyde mit der Erde verbunden, so zeigt sich, wenn die Substanzen leitend sind,

gar keine Elektricität; ist aber die eine ein Nichtleiter, so wird doch die Stelle, wo das Reiben geschieht, durch die angrenzenden Stellen isolirt, und es zeigt sich eine starke Elektricität; sind beyde Substanzen Nichtleiter, so zeigt sich nur schwache Elektricität, weil der Fall so ist, als ob beyde isolirt wären.

Folgende aus Cavallo entlehnte Tafel zeigt, was für E entstehen, wenn man die in der vordersten Reihe stehenden Nichtleiter mit den zuletzt stehenden Reibzeugen reibt.

Katzenhaar	+ E	Jede bisher versuchte Substanz.
Glattes Glas	+ E	Jede bisher versuchte Substanz, das Katzenhaar ausgenommen.
Mattgeschliffenes Glas	+ E	Trokner Wachstaffet, Schwefel, Metalle.
	— E	Wollenzeug, Federkiel, Holz, Papier, Siegellak, weiß Wachs, die Hand.
Turmalin	+ E	Bernstein, Luft mit Blasebälgen darauf geblasen.
	— E	Demant, die Hand.
Hasenfell	+ E	Metalle, Seide, Magnetstein, Leder, die Hand, Papier, gedörrtes Holz.
	— E	Andere feinere Felle.
Weisse Seide	+ E	Schwarze Seide, Metalle, schwarz Tuch.
	— E	Papier, die Hand, Haare, Marderfell.

Schwarze Seide	+ E	Siegellak.
	— E	Hasen- Wiesel- und Iltisfelle, Magnetstein, Messing, Silber, Eisen, die Hand.
Siegellak	+ E	Metalle.
	— E	Hasen- Wiesel- und Iltisfelle, die Hand, Leder, wollen Zeug, Papier.
Gedörrtes Holz	+ E	Seide.
	— E	Flanell.

Es kömmt aber hiebey sehr viel auf die besondern Umstände des Versuchs an. Eine kleine Veränderung in der Härte oder Glätte der Oberfläche, im Grade der Trockenheit, oder in der Richtung des Reibens kan ein ganz anderes E hervorbringen. In der Regel erhält der vollkommnere Nichtleiter + E, der unvollkommnere – E; die glättere Fläche + E, die rauhere — E. Aber es giebt dabey viel Ausnahmen; das Siegellak z. B. erhält — E, ob es gleich ein besserer Nichtleiter und glätter ist, als die Hand oder das Papier, womit man es reibt.

Werden zween Nichtleiter, die in aller Absicht gleich sind, an einander gerieben, so erhält derjenige — E, der das stärkste Reiben leidet. Wenn z. B. ein Stück Seidenzeug, oder ein seidnes Band A über ein anderes gleiches B so hin und her gezogen wird, daß die ganze Fläche von A blos über einen einzelnen Theil von B geht, so erhält A das + E, B das — E.

Dünne Nichtleiter, z. B. seidne Bänder, seidne Strümpfe u. s. w., die als elektrische Platten wirken, und die Vertheilung der E weit mehr, als die Mittheilung, befördern, zeigen beym Reiben vorzüglich merkwürdige Erscheinungen. Zwischen zween Leitern, z. B. dem Dau-

men und Zeigefinger gerieben, erhalten sie gewöhnlich — E, zwischen zween Nichtleitern, z. B. warmen nußbaumenen Platten, bekommen sie + E. Zwischen einem Leiter und Nichtleiter werden weiße Bänder schwach gerieben + E, stark gerieben — E erhalten. Zwey Bänder übereinander gelegt, und zwischen verschiednen Substanzen gerieben, erhalten jedes das entgegengesetzte E von der Fläche, die es berührt hat. Dasjenige, so Glas oder Leiter berührt hat, erhält — E, das Siegellak, schwarze Seide, Holz rc. berührt hat, + E. Wenn man sie also auf Glas legt, und mit Siegellak reibt, hat das obere + E, das untere — E, und wenn man sie aufhebt, kleben beyde aneinander. Symmer (Philos. Trans. Vol. LI. Part. I. no. 36.), Cigna (Miscellan. societ. Taurinensis, ann. 1765. p. 31 sqq.) und Beccaria (Elettricismo artific. p. 197 sqq.) haben hierüber sehr unterhaltende Versuche angestellt, wovon man Auszüge beym Priestley (Geschichte der Elektricität, durch Krüniz. S. 166 u. f.), Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau, 1778. 8. 6. und 7te Vorlesung), und in der deutschen Uebersetzung des Cavallo (Dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 262 u. f.) findet. Auch Bergmann (Schwed. Abhdl. XXV. Band, der deutschen Uebers. S. 344.) hat sich mit diesen verwickelten Versuchen beschäftiget.

Herr Lichtenberg (Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. 1787. S. 436.) bemerkt, daß einerley Körper, z. B. Federkiele, glatte sowohl als matt geschabte, an einander gerieben, bisweilen einerley E, bisweilen entgegengesetzte E, bekommen. Wie fein solche Versuche sind, erläutert er durch folgendes Beyspiel. Wenn man eine Stange Siegellak zerbricht, so soll das eine abgebrochne Ende + E, das andere — E zeigen. Er findet aber immer an dem einem stark — E, am andern schwach — E oder gar keine Elektricität, vielleicht, weil die ganze Stange schon vor dem Zerbrechen durch das Anfassen mit der Hand — E erhalten hatte, welches durch das Zerbrechen nicht ganz zerstört werden konnte.

Aus dem bisherigen übersicht man leicht, daß bey Elektrisirmaschinen, Elektrophoren u. dgl. sehr vielerley

Substanzen als Reibzeuge dienen können, je nachdem man den Nichtleiter wählt, an dem die Elektricität erregt werden soll. Bey den gewöhnlichen Maschinen mit Glascylindern gebraucht man lederne, oder besser seidne **Küssen**, s. **Elektrisirmaschine** (Th. I. S. 789 und 792.). Sie werden isolirt, aber auch mit einer Kette oder einem Drathe versehen, den man auf den Boden fallen läßt, wenn man die Isolirung aufheben will. So kan man nach Gefallen positiv oder negativ elektrisiren; positiv, wenn das Küssen mit der Erde verbunden, und der isolirte erste Leiter an den Glascylinder gestellt wird, negativ, wenn man das Küssen isolirt, und den Leiter an dasselbe stellt, wozu bey einigen Maschinen ein eigner Leiter angebracht ist, und der andere positive Leiter mit der Erde verbunden wird.

Man pflegte sonst an die Vorderseite des Küssens einen lockern ledernen Lappen anzubringen, und mit dem elektrischen Amalgama zu bestreichen. Man hat es aber jetzt besser gefunden, blos die Kugel oder den Cylinder mit dem auf Leder gestrichnen Amalgama gut durchzureiben, und alsdann das Küssen, auf welches man gar nichts streicht, wieder anzubringen. Vom untern Rande des Küssens läßt man ein Stück Wachstaffet über den Cylinder hinweg bis an die einsaugenden Spitzen des ersten Leiters gehen, um die Zerstreuung der Elektricität zu verhüten. Es ist gut, die hintere Seite des Küssens zu vergolden, oder mit Stanniol zu überziehen, und die Haare in demselben mit Lahn oder Schnitzeln von Knittergold zu vermischen, auch den Rücken, wenn er von Holz ist, mit Stanniol zu überziehen, um die Verbindung mit der Erde vollkommner machen zu können. Andere gute Bemerkungen über die Einrichtung der Küssen macht **Adams** (Versuch über die Elektric. a. d. engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 18.), und gründet sie zum Theil auf eine Hypothese über den Mechanismus der Erregung der Elektricität durch Reiben.

Bey den Glasscheibenmaschinen werden mehrere Küssen, auf beyden Seiten der Scheibe, angebracht. Verschiedene Einrichtungen hiezu sind schon Th. I. S. 794 u. f. erwähnt, wo auch eine von **Bertholon** vorkömmt, bey der

der Reiber gedreht wird, und die Glasscheiben unbewegt bleiben. Man muß die Küssen nicht zu nahe an die eiserne Axe der Glasscheiben bringen, weil sich sonst die erregte Elektricität diesen Axen mittheilt, und verlohren geht. Zum Reiber für Scheiben von gedörrtem Holz schickt sich am besten kurzhaarigtes Rauchwerk, und D. Jngenhouß gebrauchte zu seinen Scheiben von Pappendeckel Breter mit Flanell und Hasenbalg überzogen. Van Marum rieb seine Gummilakscheiben an Quecksilber in einem untergesetzten Gefäße.

Herrn Lichtenbergs Maschine mit der Trommel von Wollenzeug, und die neuerlich vorgeschlagnen Taffetmaschinen von Walkiers de St. Amand (Lichtenberg Mag. B. III. St. 1. S. 118.), Rouland (Description des machines électriques à Taffetas, de leurs effets, et des divers avantages, que presentent ces nouveaux appareils. à Amst. 1785. 8.), Seiferheld (Beschreibung einer sehr wirksamen Elektrisirmaschine, als eine Anwendung des Weberischen Luftelektrophors. Nürnb. 1787. 8.) haben Reibzeuge von Katzenbalg. Auch bey den kleinen Elektrisirmaschinen von D. Jngenhouß (s. Th. I. S. 804.) wird Seide mit Katzenbalg gerieben. Für den Harzkuchen des Elektrophors ist das beste Reibzeug trockner warmer Flanell, oder Hasen- Katzenbalg u. dgl. (s. Th. I. S. 821.).

Priestley Geschichte d. Elektricität durch Krünitz, S. 45. 88. 125 u. f.

Tib. Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. 8. S. 19 u. f.

Lichtenberg in Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Anm. zu §. 501 und 514.

Reif, Pruina, *Givre*, *Gelée blanche*, *Frimas*. Wenn die Luft und die Oberflächen der Körper bis zum Gefrierpunkt erkältet sind, so gefrieren die Dünste, welche sich aus der Luft niederschlagen, und überziehen die Flächen mit kleinen Eiskörnern, welche den Namen des Reifs führen, und ganz eigentlich ein gefrorner Thau sind. Diese Art des Reifs zeigt sich vornehmlich zu Ende des Herbsts und Win-

ters, wenn die Nächte lang und kalt genug sind, um der Erde und den Körpern einen großen Theil der den Tag über angenommenen Wärme zu entziehen. Alsdann sieht man des Morgens die Pflanzen, Zweige der Bäume, Dächer der Gebäude u. s. w. anstatt des Thaues mit Reif überzogen; auch sind diejenigen Flächen am stärksten bereift, auf die sonst der Thau am häufigsten fällt. Diese Art des Reifs führt bey den französischen Schriftstellern insbesondere den Namen *Gelée blanche*.

Eine andere Art Reif (*Givre*, *Frimas*) entsteht in der Luft selbst, wenn sie bis zum Gefrierpunkte erkältet ist, und durch die in ihr schwebenden gefrornen Dunsttheilchen mit einer Menge feiner glänzenden Pünktchen erfüllt scheint. Dieser Reif entspringt aus Nebeln, welche vornehmlich im Winter und in den kalten Himmelsstrichen sehr häufig sind, und deren Eistheilchen sich an die der Luft ausgesetzten Flächen, besonders auf der Windseite, in großer Menge anhängen. Nach Brisson unterscheiden sich beyde Arten des Reifs, die sonst sehr ähnlich sind, darinn, daß die leztere (*givre*) nur entstehen kan, wenn die Luft bis zum Eispunkte erkältet ist, da hingegen der gefrorne Thau (*gelée blanche*) auch bey gelindern Temperaturen der Luft statt findet, wenn nur die Flächen der Körper hinlänglich erkältet sind.

Auf eine ähnliche Art entsteht auch das uneigentlich sogenannte **Ausschlagen der Kälte** an Wänden, Stubenfenstern, Eisen, Steinen und mehrern Körpern, bey einfallendem Thauwetter nach starkem Froste. Die Luft wird weit schneller erwärmt, als alle diese Körper; daher schlägt sich die in ihr schwebende Feuchtigkeit an den kalten Flächen nieder, und gefriert an denselben, wenn sie bis zum Eispunkte erkältet sind, ehe sie sich zu Tropfen vereinigen kan. Dadurch wird die kalte Fläche mit einer schneeähnlichen Rinde von feinen Eistheilchen überzogen. Diese Theile kommen nicht, wie der Name des Ausschlagens andeutet, aus dem Körper heraus, sondern hängen sich vielmehr von aussen her an seine Fläche. Wenn es von aussen kalt ist, und sich im Zimmer viele Personen aufhalten, welche stark dünsten, so gefrieren die Dünste an den kalten Fen-

sterscheiben von innen; wenn aber nach langem Froste Thauwetter einfällt, so hängt sich das Eis an die Scheiben in kalten Gewölbern u. dgl. von aussen.

Ueber die besondern Gestalten, welche das Eis der Fensterscheiben zuweilen bildet, hat von Mairan (Diss. sur la glace. à Paris, 1735. 8. vermehrt 1749. 8. Abhdl. vom Eise, a. d. frz. Leipzig, 1752. 8.) viele Untersuchungen angestellt. Im Freyen zeigt das Eis, wenn es in dünnen Blättern entsteht, ein Bestreben, sich unter Winkeln von 60° und 120° an einander zu fügen, s. Eis, Schnee. Dies bemerkt man auch an den gefrornen Fensterscheiben; hier aber bilden sich noch andere krummlinigte Figuren von Blumen u. dgl., deren Entstehung v. Mairan nicht anders, als durch feine fast unsichtbare Furchen in der Oberflächen der Glastafeln erklären kan, welche entweder schon auf der Glashütte beym Abstreichen des geschmolzenen Glases mit dem Eisen entstanden, oder hernach bey der Reinigung der Scheibe durch Bürsten und Abscheuren mit feinem Sande in die Oberfläche gerissen worden sind.

Um den Reif oder das sogenannte Ausschlagen durch einen Versuch nachzuahmen, mischt man geschabtes Eis und Salz in einem dünnen gläsernen Gefäße, das man von aussen wohl abtrocknet, und dann eine Viertelstunde lang an einem feuchten Orte stehen läst. Die Mischung bringt alsdann eine beträchtliche Kälte hervor, s. Kälte, künstliche, und die an das Gefäß grenzende erkältete Luft setzt ihre Feuchtigkeit an die kalte Fläche in Gestalt eines Reifs ab. Nollet (Leçons de physique exp. To. III. p. 362.) beschreibt diesen Versuch sehr umständlich.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2387 sqq.

Brisson Dictionnaire rais. de Physique, Art. *Gelée blanche, Givre.*

Relativ, Relativum, *Relatif* nennt man dasjenige, was nicht an sich, sondern blos in Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. So heissen alle Begriffe, welche Vergleichung eines Dinges mit andern voraussetzen,

und blos das Resultat dieser Vergleichung ausdrücken, z. B. die von Dichte, Geschwindigkeit u. dgl. relative Begriffe. Dem relativen ist das absolute entgegengesetzt. Beyspiele von Eintheilungen physikalischer Begriffe in absolute und relative findet man bey den Worten Bewegung, Geschwindigkeit, Gewicht, Kraft, Ort, Schwere.

Repercussion, s. Zurückwerfung.
Repulsion, s. Zurückstoßen.
Respiration, s. Athemholen.

Resonanz, Resonantia, *Resonnement*. Wenn die von einem Schalle erschütterte Luft gegen elastische Körper stößt, deren Theile so gespannt sind, daß sie Schwingungen von gewisser Geschwindigkeit annehmen können, so gerathen diese Theile ebenfalls in eine schwingende Bewegung, und klingen daher in gewissen Tönen mit. Dieses Mitklingen heißt die Resonanz. Es ist am stärksten und thut die meiste Wirkung, wenn der mitklingende Körper so gespannt ist, daß er Schwingungen von eben der Geschwindigkeit macht, und also in eben dem Tone, oder im Einklange, resonirt.

Wenn daher von zwoen gleich gestimmten Saiten die eine ihren Ton angiebt, so schallt die andere von selbst mit. Legt man auf die Saite einer gestimmten Violine ein Papierstreifchen, so fällt dasselbe herab, wenn man die gleichgestimmte Saite einer andern Violine mit dem Bogen streicht, obgleich beyde Instrumente in ziemlicher Entfernung aus einander liegen. Zimmer, Säle, Gänge u. dgl., besonders gemauerte und gewölbte, nehmen gewöhnlich in ihren Theilen die Schwingungen, die zu gewissen Tönen gehören, leichter an, als Schwingungen anderer Töne, d. h. sie resoniren für gewisse Töne am stärksten. Hieraus wird begreiflich, warum in manchen Concertsälen die musikalischen Sätze aus gewissen Grundtönen besser ins Gehör fallen, als die aus andern.

Für jeden spröden elastischen Körper giebt es einen oder mehrere Töne, durch welche seine Theile am leichtsten und

stärksten in Schwingung gesetzt werden. Trift man einen solchen Ton, so hallt der Körper, zumal wenn er hohl ist, stark und anhaltend wieder. Diese Resonanz kan so stark werden, daß die Theile des Körpers von einander reissen. So zerspringen Fensterscheiben vom Abfeuren der Kanonen, und Gläser brechen entzwey, wenn man heftig in dem für ihre Spannung schicklichen Tone hineinschreyet. Ein Beyspiel von einem solchen Glaszerschreyer erzählt Morhof (Stentor ὑαλοκλάςης s. de scypho vitreo per certum humanae vocis sonum fracto. Kilon. 1683. 4.).

Auf eben diesem Grunde beruht die Wirkung der Resonanzböden auf den mit Saiten bezognen musikalischen Instrumenten, deren Grundsätze Maupertuis (Sur la forme des instruments de musique in den Mém. de Paris. 1724.) untersucht hat. Man könnte den Violinen und Lauten, wie der Leyer der Alten, die Form eines Parallelogramms geben, und Saiten von unterschiedner Länge darauf ziehen. Aber es ist weit vortheilhafter, mehrere Töne aus einer Saite durch die Verkürzung mit der Hand zu ziehen, und sie dabey auf einer hölzernen Tafel auszuspannen, deren Fasern gleichsam neue Saiten von allerley Längen bilden, in der es also für jeden Ton einen gewissen Theil giebt, welcher mit ihm im Einklange, mithin sehr leicht und stark, mitklingt. Daher sind die Figuren der Resonanzböden nicht Parallelogrammen, in denen alle Holzfasern gleich lang seyn, und nur für einen gewissen Ton resoniren würden. Und wenn auch gleich die Instrumente eine viereckigte Gestalt bekommen, so werden doch die Resonanzböden durch einen schiefen oder gekrümmten Steg und durch Schalllöcher in Fasern von ungleicher Länge zerschnitten.

Ein solches Instrument ist am vollkommensten, wenn die Zahl der Fasern, die sich zu jedem Tone schicken, so gleich, als möglich, und die Zahl der schwächer mitklingenden falschen Fasern so klein als möglich, ist. Zufälligerweise kan es in dem Resonanzboden eines Instruments für einen gewissen Ton mehr Fasern geben, als für einen andern; oder es können für einen weniger falsche Fasern mitklingen, als für den andern. In diesen Fällen spielt sich das Instrument aus

gewissen Tönen stärker und reiner, als aus andern. Je leichter und trockner ein Holz ist, desto beweglicher sind seine Fasern, und desto weniger werden ihre Schwingungen durch die Schwingungen der nebenliegenden verändert. Daher haben die alten ausgespielten Violinen einen so vorzüglichen Werth.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. §. 294. 295.

Retardation, Retardatio, *Retardation, Ralentissement.* Die Verminderung oder das Abnehmen der Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper bewegt. Sie findet statt, wenn bewegte Körper, in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen, immer kleinere Räume zurücklegen. So wird ein aufwärts geworfener Körper, wegen der Wirkung seiner Schwere, in jeder folgenden Secunde weniger steigen, als in der vorhergehenden, bis er endlich ganz zu steigen aufhört.

Bey den Berechnungen der Bewegung wird die Retardation als eine negative Beschleunigung angesehen, s. Beschleunigung, wo man auch die Begriffe von gleichförmiger und ungleichförmiger Retardation, und von ihren Entstehungsarten aus Kräften, erklärt findet. Eine solche der Bewegung ganz oder zum Theil entgegenwirkende Kraft, heißt eine retardirende, s. Kraft, retardirende (Th. II. S. 816.).

In der Mechanik lassen sich ausser den eigentlichen einer Bewegung entgegenwirkenden Kräften, auch die übrigen Hindernisse der Bewegung, z. B. das Reiben, der Widerstand der Mittel, die Steife der Seile u. s. w. als retardirende Kräfte betrachten. Diese Hindernisse verursachen gewöhnlich, daß jede Bewegung, die nicht immer neue Zusätze durch beschleunigende Kräfte erhält, nach und nach schwächer werden, und endlich ganz aufhören muß. So wird die Bewegung des Pendels durch Reibung und Widerstand der Luft allmählig aufgehoben, s. Pendel, und so würde selbst die Bewegung der Planeten um die Sonne merklich schwächer werden, wenn sie sich in einem beträcht-

lich widerstehenden Mittel, dergleichen die Wirbel des Descartes seyn würden, bewegen sollten.

Retardirte Bewegung, s. Bewegung, verminderte.

Retardirte Geschwindigkeit, Celeritas retardata, *Vitesse retardée.* Diese Ausdrücke finden sich bey den physikalischen Schriftstellern aller Sprachen, für eine immer abnehmende Geschwindigkeit. Dennoch sind sie ganz unschicklich, weil das Beywort retardirt nur der Bewegung, nicht der Geschwindigkeit, zukömmt. Nemlich retardiren heißt die Geschwindigkeit vermindern; man kan also nicht von retardirter Geschwindigkeit reden, ohne gleichsam der Geschwindigkeit selbst eine neue Geschwindigkeit beyzulegen. Die Bewegung oder der bewegte Körper wird retardirt, die Geschwindigkeit wird vermindert.

Retina, s. Auge.

Revolution, s. Umlauf.

Rhumb, Rhombus, *Rumb de vent.* Mit diesem Namen bezeichnen die Schiffer die Weltgegenden ihres Orts, oder jede Linie aus dem Orte des Schifs nach einem von den 32 Punkten der gewöhnlichen Eintheilung des Horizonts, s. Weltgegenden, Windrose. Diese Linien werden auf die Seekarten gezeichnet, und der Bequemlichkeit halber von den angebrachten Windrosen aus über die ganze Karte verlängert. Weil die Meridiane der Seekarten parallel laufen, s. Loxodromie, so laufen auch alle Linien gleichnamiger Rhumben mit einander parallel, und ein Lineal mit der Linie eines Rhumbs parallel gelegt, zeigt an allen Stellen der Karte ebendenselben Rhumb.

Sonst heißt auch Rhumb der Bogen des Horizonts zwischen zween zunächst nebeneinander liegenden Weltgegenden, oder der 32ste Theil des Umkreises. In dieser Bedeutung sagt man, die Richtung des Schifs oder Windes ändere sich um einen halben Rhumb, um 1, 2 Rhumben u. s. w. Jeder Rhumb beträgt 11¼ Grad.

Richtung, Directio, *Direction*. Richtung überhaupt heißt die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein Punkt fortgeht. So lang der Punkt als ruhend, oder in einer einzigen bestimmten Stelle seines Weges betrachtet wird, ist er von allen Seiten her mit einer unzählbaren Menge anderer Punkte umringt, nach deren jedem er sich hin bewegen könnte. Die geraden Linien nach diesen Punkten umgeben die betrachtete Stelle, wie die Halbmesser einer Kugel derselben Mittelpunkt umgeben. Im ersten oder nächsten Augenblicke der Bewegung aber kan der Punkt doch nur einer einzigen unter allen diesen geraden Linien folgen, welche alsdann seine **Richtung** an dieser Stelle genannt wird.

Fährt der Punkt eine Zeit lang fort, sich immer in dieser Linie zu bewegen, so wird sein Weg mit der Richtung selbst einerley, und die Bewegung ist diese Zeit über geradlinigt. Aendert hingegen der bewegte Punkt die Richtung so, daß er in jeder Stelle seines Weges einer andern geraden Linie folgt, mithin alle Augenblicke die vorige Linie wieder verläßt, so ist die Bewegung krummlinigt. Im letztern Falle ist die Richtung an jeder Stelle diejenige gerade Linie, welche den krummlinigten Weg des Punkts daselbst berührt, oder die Tangente des Weges, welche nach der Geometrie ein gemeinschaftliches Element mit dem Wege selbst hat, und nach welcher der Punkt sich zu bewegen fortfahren würde, wenn er hier mit einemmale aufhörte, seine Richtung weiter zu ändern.

Bey den Bewegungen ganzer Körper kan man zwar mehrere Punkte betrachten; wenn sich aber dieselben auf verschiedene Art bewegen, muß doch eines jeden Bewegung insbesondere untersucht werden. Daher kömmt die ganze Lehre von der Bewegung auf Betrachtung bewegter Punkte an, und der angeführte Begrif von Richtung ist für die ganze Mechanik hinreichend.

Jede Kraft sucht Bewegung nach einer bestimmten Richtung hervorzubringen; wenn also nur eine Kraft allein wirkt, so kan nichts anders erfolgen, als geradlinigte Bewegung nach dieser Richtung. Eben so unterhält die Träg-

heit, wenn alle Kräfte zu wirken aufhören, geradlinigte Bewegung nach der Richtung, die der bewegte Punkt zuletzt gehabt hat. Aenderung der Richtung setzt allezeit ein Zusammenkommen mehrerer Kräfte, oder wenigstens einer immer fortwirkenden Kraft mit der durch Trägheit fortdauernden Bewegung voraus.

Bisweilen betrachtet man auch die Richtung bey geraden Linien, welche in Ruhe sind, z. B. bey der Axe des Bleyloths, der Wasserwage, der Magnetnadel, oder in der Geometrie bey allen Linien, welche Winkel mit einander machen. Man stellt sich nemlich vor, als würden diese Linien durch Bewegung eines Punkts beschrieben. Auf diese Weise kan man in jeder geraden Linie AB zwo entgegengesetzte Richtungen finden, je nachdem man den beschreibenden Punkt von A nach B, oder von B nach A, gehen läßt. In der Physik ist mehrentheils eine davon Richtung einer gewissen Kraft, z. B. der Schwere, der magnetischen Anziehung ꝛc., welche die Axe eines Körpers nach der beobachteten geraden Linie spannt oder wendet.

Ring des Saturns, s. Saturnsring.

Ringkugel, Armillarsphäre, Sphaera armillaris, *Sphere armillaire*. Ein Werkzeug aus verschiedenen Reifen oder Ringen (armillis), welche die Kreise der Himmelskugel im Kleinen auf eine ähnliche Art darstellen. Die Ringkugel hat gleiche Absicht mit der künstlichen Himmelskugel, nemlich ein Modell des scheinbaren Himmels abzugeben; beyder Werkzeuge Unterschied besteht nur darinn, daß die Himmelskugel massiv ist, und daher auf der Oberfläche auch die Sternbilder enthalten kan, da die Ringkugel blos die Kreise zeiget. Dagegen gewährt die letztere den Vortheil, daß man in das Innere sehen, und daselbst die Erdkugel mit ihren Kreisen darstellen kan, wodurch die Erscheinungen an der holen Kugelfläche ähnlicher nachgeahmt werden.

Die alten Astronomen gebrauchten solche Ringe oder Armillen zu wirklichen Beobachtungen. Sie wurden in

die Lage der Kreise am Himmel, z. B. der Ekliptik, gebracht, und das Auge in ihren Mittelpunkt gestellt. So massen die alexandrinischen Astronomen Längen und Breiten der Gestirne auf Zodiakalarmillen. Erst Tycho de Brahe hat statt dieser unvollkommnen Methoden bessere eingeführt.

Taf. XX. Fig. 113. zeigt die Einrichtung der Ringkugel. Der Horizont AB ruht auf dem Fußgestell, und auf ihm steht senkrecht der Mittagskreis RDZM, der, wie bey der künstlichen Himmelskugel, in zween Einschnitten des Horizonts, und einem Einschnitte des Fußgestells, so ruht, daß man ihn verschieben, oder andere Punkte desselben ins Zenith Z bringen kan. Diese beyden Kreise machen die unbewegliche Sphäre aus.

Die beweglichen Kreise oder Ringe bilden miteinander eine Verbindung oder eine Art von Gespärr, das sich um die Axe PR drehen läst. Diese Linie stellt die Weltaxe, P und R die beyden Pole vor. Man sieht in der Figur vier gröste Kreise: den Aequator, die Ekliptik und die beyden Koluren. Die Ekliptik ist in derjenigen Stellung verzeichnet, in welcher der Kolur der Sonnenwenden mit dem Mittagskreise coincidirt, der Kolur der Nachtgleichen aber im Horizonte den Morgen- und Abendpunkt trift. Die Ekliptik ist nicht, wie die übrigen Kreise, durch einen bloßen Ring dargestellt, sondern sie ist mit der gehörigen Theilung in Zeichen und Grade auf die Mitte einer Zone von Messingblech gezeichnet, welche in der gehörigen Schiefe um die ganze Kugel herumgeht, $17\frac{1}{2}°$ breit ist, und den Thierkreis vorstellt. Auf dieser Zone hat man also wenigstens denjenigen Theil der Kugelfläche wirklich, in welchem Sonne, Mond und alle Planeten jederzeit stehen müssen; daher man den jedesmaligen Ort dieser Himmelskörper nach Länge und Breite, aus den Tafeln oder Ephemeriden aufsuchen, und durch ein Zeichen auf der äussern, oder auch auf der innern hohlen Fläche der Zone bemerken kan. So leistet die Ringkugel für Sonne, Mond und Planeten völlig gleiche Dienste mit der künstlichen Himmelskugel.

Man bringt bey den Ringkugeln insgemein kleine Bilder der Sonne und des Monds an zween Bügeln an, davon einer für die Sonne sich um den Pol der Ekliptik drechen läst, der andere aber für den Mond um einen Punkt, der von jenem um 5° absteht, gewendet werden kan, weil der Pol der Mondbahn vom Pole der Ekliptik um das Maaß des Neigungswinkels beyder Bahnen, d. i. um 5° absteht.

Zu der Verbindung von Ringen gehören noch vier kleinere mit dem Aequator parallellaufende Kreise, die beyden Wendekreise, und die beyden Polarkreise. Die erstern stehen vom Aequator 23½°, oder um die Schiefe der Ekliptik, ab; die letztern gehen durch die beyden Pole der Ekliptik.

Endlich setzt man auch auf die Ringkugel einen Stundenring oder Stundencirkel (*Rosette*), wie auf die Himmelskugel, s. Himmelskugel, künstliche (Th. II. S. 599.). Er ist auf dem Mittagskreise fest gemacht, in 24 Stunden abgetheilt, und hat seinen Mittelpunkt im Pole der Kugel P, wo das Ende der Axe PR herausgeht. An dieses Ende wird ein Zeiger gesteckt, der sich mit der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdreht, und während einer Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Da also die Ringkugel die vornehmsten Kreise der Himmelskugel enthält, und selbst von der Kugelfläche den Theil darstellt, in welchem Sonne, Mond und Planeten jederzeit befindlich sind, so sieht man leicht, daß alles, was (Th. II. S. 601.) vom Gebrauche der künstlichen Himmelskugel angeführt ist, auch vom Gebrauche der Ringkugel gelte, nur dasjenige ausgenommen, was die Fixsterne ausser dem Thierkreise betrift, deren Stellen sich hier, wo die Kugelfläche mangelt, nicht verzeichnen lassen.

de la Lande Astronom. Handbuch, a. d. frz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 100. S. 56 u. f.

Röhre, Rohr, Tubus, *Tube*, *Tuyau*. Mit dem allgemeinen Namen der Röhren bezeichnet man in der Physik Körper von festen Materien, durch deren Inneres

ein hohler Canal oder Gang hindurchgeht, um flüßige Materien durchzulassen. Es kömmt zwar hiebey nicht auf die Gestalt an; meistentheils aber sind sowohl die Röhren selbst, als die innern hohlen Canäle, rund oder cylindrisch gebildet, so daß die Durchschnitte des Rohrs und des hohlen Ganges concentrische Kreise vorstellen, deren Mittelpunkte in der Axe des Cylinders liegen. Wird diese Axe in eine krumme Linie umgebogen, so entsteht ein **gebognes Rohr**; wird sie an einer oder mehrern Stellen unter gewissen Winkeln gebrochen, so bildet jeder Theil einen besondern Schenkel des Rohrs, und es entsteht ein Rohr von mehrern Schenkeln u. s. w.

Bey allen Röhren bekömmt der Durchschnitt der innern Hölung den Namen der **Weite im Lichten** (lumen). Sind die Röhren cylindrisch, so wird unter Weite im Lichten sehr oft nicht der ganze Flächeninhalt, sondern blos der Durchmesser der innern Hölung verstanden. Ist dieser Durchmesser unter $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll, so heißt das Rohr eine **Haarröhre**, s. Haarröhren.

Zu den physikalischen Versuchen werden die Glasröhren, wegen der Durchsichtigkeit und Unzerstörbarkeit ihrer Materie vorzüglich häufig gebraucht. Ihnen kömmt in der französischen Sprache der Name *Tubes* eigentlich zu. Metallne oder hölzerne Röhren heissen gewöhnlicher *Tuyaux*, z. B. die Leitröhren bey Wasserleitungen und Künsten (*tuyaux de conduite*). Auch bey physikalischen Werkzeugen gebraucht man metallne Röhren, wo man das Zerbrechen oder Zerspringen des Glases zu fürchten hat, z. B. bey der Luftpumpe, beym pnevmatisch-chymischen Apparat, wenn die Entwickelung der Gasarten ein heftiges Feuer erfordert.

Die Untersuchung der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus Röhren ausläuft, und der Wassermengen, welche dadurch in einer gegebnen Zeit ausgegossen werden, macht einen der wichtigsten und schwersten Theile der Hydrodynamik aus. Herr **Kästner** (Anfangsgr. der Hydrodynamik. Göttingen, 1769. 8.) und **Karsten** (Lehrbegrif der gesammten Mathematik, V. Theil, Hydraulik. Greifsw. 1770. 8.) haben die hierüber vorhandenen Erfahrungen sorg-

fältig gesammlet, mit den Theorien verglichen, und die allgemeinen Formeln beygebracht, auf welche sich die Anwendungen dieser Lehren gründen.

Röhre, torricellische, s. Barometer.

Röhren, communicirende, Tubi communicantes, *Tubes ou Tuyaux communiquans.* Unter communicirenden Röhren versteht man solche, welche mit einander entweder unmittelbar oder durch ein gemeinschaftliches Behältniß so verbunden sind, daß Wasser und andere flüßige Materien ungehindert aus einer in die andere treten können. Gestalt, Weite, Größe, Lage der Röhren u. s. w. thun hiebey nichts zur Sache. Die cylindrischen Röhren AB und CD, Taf. XX. Fig. 114, welche das gerade Communicationsrohr BC verbindet, und die unregelmäßig gestalteten ab, cd Fig. 115, welche mit dem Behältniße bce zusammen hängen, sind beydes communicirende Röhren. Und überhaupt lassen sich alle Gefäße, zwischen denen irgend eine freye Verbindung statt findet, als solche betrachten.

Von allen communicirenden Röhren überhaupt gilt folgender Satz, welcher als das Gesetz des Gleichgewichts flüßiger Materien betrachtet wird.

Wenn sich Wasser (oder jede andere flüßige Materie) in communicirenden Röhren (von beliebieger Gestalt, Lage und Weite) befindet, und seine Oberflächen in beyden Schenkeln in einerley wagrechter Ebne stehen, so wird es in dieser Lage ruhig stehen bleiben. So findet man in den Röhren ABCD, Fig. 114. und abcd Fig. 115, das Wasser ruhig, wenn seine Oberflächen auf beyden Seiten in einerley Horizontalebne FGHI stehen; und eben dies findet auch statt, wenn man den Röhren, wie bey Fig. 116, eine schiefe Lage giebt.

Dieser Satz läst sich durch Erfahrungen sehr leicht bestätigen. Man hat aber seine völlige Allgemeinheit auch durch Schlüße zu beweisen gesucht, da ein großer Theil der Hydrostatik auf ihm beruht. Mariotte (Traité du mou-

vement des eaux nach der deutschen Uebers. Grundlehren der Hydrostatik und Hydraul. Leipz. 1723. 8. S. 116.) giebt Beweise desselben für verschiedene Gestalten, Weiten und Lagen der Röhren, welche man verkürzt und mit einigen Abänderungen auch in den wolfischen Anfangsgründen der Hydrostatik findet. Sie sind aber auf das Maaß der Kräfte oder Bewegungen des Descartes und auf die Theorie der schiefen Ebne gebaut, d. h. auf Gründe, welche nur für feste Körper völlig erwiesen sind, und ohne große Sprünge im Schließen auf flüßige Materien, deren Druck sich ganz anders fortpflanzt, nicht angewendet werden können. Ueberdies setzen sie cylindrische durchaus gleich weite Röhren voraus, und würden nur mit großer Weitläuftigkeit und durch Zerlegung in Elemente auf Röhren von jeder irregulären Gestalt erweitert werden können.

Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Sect. II. §. 3.) gab daher einen andern Beweiß des Satzes, welchen auch Herr **Kästner** in seine Anfangsgründe der Hydrostatik aufgenommen hat. Er geht davon aus, daß die Oberfläche flüßiger Körper in jedem Behältniße wagrecht ist, oder mit der Richtung der Schwere rechte Winkel macht, s. **Flüssig**. Von diesem Satze hat zwar Bernoulli auch mathematische Beweise zu geben versucht, gegen deren Schärfe aber d'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides, à Paris, 1744. 4. §. 13.) gegründete Erinnerungen macht: Herr **Kästner** hält es daher für besser, den Satz als Erfahrung anzunehmen. Wenn sich also Wasser in dem Taf. XX. Fig. 117. vorgestellten vierseitigen Gefäße in Ruhe befindet, so wird dessen Oberfläche der Erfahrung gemäß die wagrechte Ebne AB bilden.

Man betrachte ein kleines Theilchen dieser Wassermasse P. Dieses Theilchen wird unstreitig durch sein eignes Gewicht und durch den Druck der über ihm liegenden Theilchen unterwärts nach dem Boden des Gefäßes getrieben. Dennoch sinkt es nicht. Es müssen also die unter ihm liegenden Theilchen eben so stark entgegendrücken, als es gegen sie drückt. Aus dieser Betrachtung folgt der Satz, der schon beym Worte Druck (Th. I. S. 611.) aus andern Be-

trachtungen und Erfahrungen hergeleitet ward, daß jedes Theilchen einer stillstehenden flüßigen Materie nach jeden zwo entgegengesezten Richtungen gleich stark gedrückt wird. Weil dies nun von allen Theilen gilt, so wird dasjenige Wasser, welches zwischen den Grenzen FbcI und GPpH enthalten ist, von dem darüber und darunter stehenden Wasser eben so stark gedrückt werden, als es selbst dieses darüber und darunter stehende Wasser drückt. Stärker kan es nicht davon gedrückt werden, weil es sonst weichen würde; auch nicht schwächer, weil ihm sonst das andere Wasser Platz machen würde, welches doch beydes nicht geschieht.

Man denke sich nun an der Stelle der willkührlich angenommenen Grenzen FbcI und GPpH, eine feste das Wasser umschließende Röhre, so wird diese Röhre nicht stärker und nicht schwächer auf das zwischen diesen Grenzen enthaltene Wasser drücken, als vorher das ausserhalb der Grenzen befindliche Wasser that. Nicht stärker, denn feste Wände tragen nur gerade den Druck, der gegen sie ausgeübt wird, so wie vorhin das umgebende Wasser auch nur gerade den Druck des innern trug; nicht schwächer, weil wir die Röhre fest genug annehmen, um dem Wasser nicht zu weichen. Nunmehr vertritt also die Röhre die Stelle des übrigen Wassers, das man ganz hinweg nehmen kan, ohne den Zustand des innern Wassers zu ändern. Da nun vorher im vierseitigen Gefäße alles ruhig stand, wenn die Oberfläche AFGHIB eine zusammenhängende Horizontalebne bildete, so muß auch in den communicirenden Röhren FbcIHpPG alles in Ruhe seyn, wenn die Flächen FG und HI (die übrigbleibenden Theile der vorigen Oberfläche AB) in einerley Horizontalebne sind. Und da man sich bey allen communicirenden Röhren diese Entstehungsart gedenken, und ihr Wasser als den übrigbleibenden Theil der zusammenhängenden Wassermasse eines Gefäßes betrachten kan, so ist hiedurch der Saz in der grösten Allgemeinheit für Röhren von jeder Gestalt, Weite, Größe, Lage u. s. w. erwiesen.

Man kan an diesem Beweise nichts aussetzen. Daß sein erster Satz als eine Erfahrung angenommen wird, ist nicht zu tadeln, da Gründe der angewandten Mathematik nicht aus abstrakten Begriffen allein, sondern aus Betrachtungen wirklich vorhandener Dinge herzuleiten sind, wobey allezeit Erfahrungssätze vorkommen müssen. Bey dem Worte **Druck** (Th. I. S. 607 u. f.) habe ich deutlich gezeigt, daß insbesondere die Lehre vom Drucke flüßiger Massen nicht auf bloße Betrachtung gegründet werden könne, sondern allemal Entscheidungen aus Erfahrung erfordere. Daher war auch **Daniel Bernoulli's** Versuch eines blos mathematischen Beweises vergeblich.

D'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouv. des fluides. §. 1.) und **Euler** (De l'équilibre des fluides in den Mém. de l'Acad. des sc. de Prusse. 1755.) suchen zwar nicht das Gleichgewicht flüßiger Körper ohne Erfahrungen zu beweisen; sie legen aber dabey einen andern Erfahrungssatz zum Grunde, welchen d'Alembert auf folgende Art ausdrückt:

„Wenn ein Gefäß von beliebiger Gestalt mit einer „flüßigen Materie ganz erfüllt ist, und man in diesem Ge„fäße eine kleine Oefnung macht, und an derselben die Ober„fläche der flüßigen Materie drückt, so verbreitet sich dieser „Druck gleichförmig nach allen Richtungen und durch alle „Theile der flüßigen Materie so, daß alle Punkte des Ge„fäßes nach der auf die Wände desselben senkrechten Rich„tung mit einer Kraft gedrückt werden, welche der an der „Oefnung drückenden Kraft gleich ist."

Aus diesem Satze, den d'Alembert als eine Erfahrung (comme un principe d'experience, dont tout le monde convient, et qui est ce que nous connoissons de plus certain sur la nature des Fluides) betrachtet, läst sich zwar alles herleiten; aber schwerlich wird man ihn durch so leichte und einfache Erfahrungen beweisen können, als den Satz, daß die Oberfläche flüßiger Materien in jedem Gefäße wagrecht stehe. Da man nun einmal die Erfahrungen nicht entbehren kan, so ist es doch besser, die leichtern und einfachern zum Grunde zu legen, daher diese Kästne-

rische Beweißart unstreitig allen übrigen vorzuziehen ist. Uebrigens erinnert Herr Kästner selbst, daß schon Stevin (Elem. hydrostat. petit. 7.) den Satz von der wagrechten Oberfläche als Erfahrung angenommen habe, der übrige Theil des Beweises aber ganz aus Bernoulli genommen sey.

Man kan diesen Beweiß in die wenigen Worte zusammenfassen, daß die Festigkeit der innern Wände der Röhren die Stelle des Drucks vertritt, den in einem vollen Gefäße das umgebende Wasser ausüben würde. In der Anwendung kommen Erscheinungen vor, die auf den ersten Blick paradox aussehen, aus diesem Satze aber verbunden mit dem, was beym Worte Druck gelehrt worden ist, sich leicht erklären lassen. Taf. XX. Fig. 114. sey der Durchmesser HI 4mal so groß, als FG, so wird der Cylinder IC 16mal mehr Wasser enthalten, als FB. Man sollte also glauben, das Wasser im Communicationsrohre BC werde von dem 16mal schwerern Cylinder IC 16mal stärker gedrückt und zum Ausweichen nach B getrieben, als es von dem wenigen Wasser in FB entgegengedrückt und nach C zu getrieben wird. So scheint es, als müßte das Wasser CB gegen B weichen, also die Fläche HI herabsinken, und FG aufsteigen. Dennoch bleibt alles ruhig, und beyde Wassersäulen halten sich gleich hoch über BC. Um aber alles begreiflich zu machen, darf man nur bedenken, daß der Druck des Wassers in FB, den ich = P setzen will, sich durch BC nach allen möglichen Richtungen fortpflanze, daß also jeder mit der Fläche FG gleich große Theil, mit einer Kraft = P nach allen Richtungen auszuweichen getrieben werde. Diese Bestrebungen (conatus cedendi) werden überall von der Festigkeit der Wände in CB aufgehoben; nur da nicht, wo diese Wände offen sind, d. i. an der Grundfläche des Cylinders IC. An dieser Grundfläche liegen 16 Theile, die mit der Fläche FG gleich groß sind (weil sie 16mal größer, als FG ist), deren jeder mit der Kraft P aufwärts zu weichen getrieben wird. Das ganze Bestreben auszuweichen ist also an dieser Grundfläche = 16 P, und erfordert zum Gleichgewichte eine 16mal so schwere Wassersäule, als FB ist, d. h. gerade die Wassersäule IC.

So kan eine sehr geringe Menge Wasser einer ungleich größern das Gleichgewicht halten, wenn ein Schenkel der Röhre eng, der andere sehr weit ist. Bey Fig. 114. steht ein Pfund Wasser in FB mit 16 Pfund in IC im Gleichgewicht. Wenn aber das Wasser in der weiten Röhre um 1 Zoll steigen sollte, so müste es in der engern um 16 Zoll fallen, weil hier eben soviel Wasser fallen muß, als dort aufsteigt, und gleicher Cylinder Höhen sich umgekehrt, wie die Grundflächen, verhalten. Daher verhält sich (wenn das Wasser im engen Schenkel als Kraft, das im weitern, als Last, betrachtet wird) bey wirklicher Bewegung der **Weg der Kraft zum Wege der Last, wie die Last zur Kraft im Falle des Gleichgewichts.** Dies stimmt überein mit dem Grundsatze der Mechanik, daß an Raume oder Geschwindigkeit allemal eben soviel verlohren wird, als man an Kraft gewinnt. Da dieser Satz bey festen Körpern mit dem statischen Momente oder mit dem Maaße der Bewegungen des Descartes zusammenhängt, so sieht man, wie auf diese Gründe der mariottische oder wolfische Beweiß des Satzes von communicirenden Röhren habe gebaut werden können, der aber den Fehler hat, daß er flüßige Körper, wie feste, behandlet.

Wenn in communicirenden Röhren die Oberflächen des Wassers nicht in einerley wagrechter Ebne liegen, so kan auch kein Gleichgewicht statt finden. Denn alsdann ist die eine Wassersäule niedriger, als die andere. Und da die niedrigere gerade nur vermögend ist, mit einer ihr gleich hohen das Gleichgewicht zu halten, so wird sie es mit einer höhern zu halten unvermögend seyn. Die höhere Säule wird also sinken, und die niedrigere in die Höhe treiben, bis endlich nach verschiedenen Oscillationen beyde in einerley wagrechte Ebne und dadurch ins Gleichgewicht kommen.

Wenn die eine Röhre in AB Taf. XX. Fig. 118. abgeschnitten, und die andere bis CD mit Wasser erfüllt ist, so wird das Wasser in AB überlaufen. Ist aber AB verschlossen, und nur in F mit einer engen Oefnung versehen, so springt das Wasser aus F mit Gewalt hervor, und die Höhe G, bis zu der es steigt, sollte eigentlich mit CD in

einerley Horizontalebne liegen. Aber wegen des Widerstands der Luft, des Reibens an F und des Drucks, den das zurückfallende Wasser ausübt, springt der Stral FG nie ganz bis zu dieser Höhe. Darauf gründen sich die Springbrunnen, bey denen das Wasser durch sein eignes Gewicht zum Springen getrieben wird, s. Springbrunnen.

Sind in communicirenden Röhren, wie Taf. XX. Fig. 119, zweyerley flüßige Materien von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte, z. B. Quecksilber ABDC und Wasser CE enthalten, wovon die schwerere allezeit unten steht (s. Schwimmen), so können beyder Oberflächen A und E nicht gleich hoch, oder in einerley Horizontalebne liegen. Denn man führe von C, wo beyde Materien an einander grenzen, die wagrechte Ebne CB bis an den andern Schenkel fort, so wird die schwerere Materie, hier das Quecksilber, im Theile CDB unter sich völlig im Gleichgewichte seyn. Steht sie nun noch über B bis A, so würde sie auch über C bis a stehen müssen, um mit AB im Gleichgewichte zu bleiben. Will man aber statt der schwerern Quecksilbersäule Ca eine Wassersäule nehmen, so muß dieselbe, wenn sie eben so stark gegen C drücken soll, um soviel mal höher seyn, soviel mal das Wasser specifisch leichter, als das Quecksilber ist, d. i. 14mal. Daher wird sich für den Fall des Gleichgewichts CE : BA = 14 : 1 verhalten müssen. Oder: **die Höhen der Oberflächen über der Horizontalebne der gemeinschaftlichen Grenze C verhalten sich umgekehrt, wie die eigenthümlichen Schweren der flüßigen Materien.** Hierauf gründet sich eine Methode, die eigenthümlichen Gewichte solcher Liquoren, die sich nicht mit einander vermischen, zu untersuchen, s. Schwere, specifische.

Mehrere Folgen aus diesem Grundgesetze des Gleichgewichts flüßiger Körper findet man beym Worte Druck unter dem Abschnitte: Druck flüßiger Massen gegen die Gefäße.

Wenn von zwoen communicirenden Röhren die eine ein Haarrohr ist, so steht das Wasser in ihr etwas höher,

und das Quecksilber etwas niedriger, als in der andern. Sind beydes Haarröhren, aber von verschiedenen Durchmessern, so steht in der engern das Wasser höher, das Quecksilber niedriger, als in der weitern. Dies sind Ausnahmen von dem allgemeinen Gesetze, deren Grund und Beschaffenheit bey dem Worte **Haarröhren** erklärt worden ist.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. §. 150 u. f.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Mathematik Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. Hydrostatik, §. 6 u. f.

Rolle, Scheibe, Trochlea, *Poulie.* Die Rolle ist eine von den sechs einfachen Maschinen oder Potenzen der Mechanik. Sie besteht aus einer hölzernen oder metallnen cirkelrunden Scheibe ADB, Taf. XX. Fig. 120, welche sich um eine durch ihren Mittelpunkt C durchgesteckte feste Axe drehen läst. Diese Axe heißt der **Polzen** (*goujon, tourtillon*), und steckt bisweilen in einer **Hülse** (*chape*) EF, welche bey F an einem Haken aufgehangen werden kan. Der äussere Umfang der Rolle muß einen Einschnitt haben, damit das darum geschlagne Seil KADBL nicht abgleite. An beyden Enden dieses Seils wirken zwo Kräfte K und L einander entgegen, deren jede durch Fortziehung des Seils die Rolle nach ihrer Seite zu umzudrehen strebt.

So entsteht eine feste Verbindung, an der sich drey Punkte gedenken lassen, deren einer C ruht, an den andern A und B aber entgegengesetzte Kräfte wirken, d. i. ein Hebel, s. **Hebel.** Soll also K mit L im Gleichgewichte seyn, so müssen sich beyde umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte C verhalten. Weil sich nun hier das Seil allemal so spannt, daß es vom Umfange der Rolle aus geradlinigt nach der Richtung der Tangenten AK und BL abgeht, so sind die Entfernungen der Kräfte vom Ruhepunkte, oder die Perpendikel aus C auf diese Richtungen CA und CB allemal Halbmesser der Rolle, also unter sich gleich; mithin muß für den Fall des Gleichgewichts die Kraft der Last gleich seyn. Eben dies findet auch statt, wenn K nach

der Richtung DK wirkt. Bey jeder Richtung der Kraft wird das Seil eine Tangente der Rolle, und das Perpendikel aus dem Ruhepunkte darauf, wie CD, ist ein Halbmesser der Scheibe.

Diese Einrichtung, die einfache oder **unbewegliche Rolle** (*poulie fixe*) gewährt also keinen Vortheil an der Kraft. Die Kraft muß der ganzen Last gleich seyn, wenn sie die letztere halten, und noch etwas größer, wenn sie sie heben soll. Dennoch sind die unbeweglichen Rollen von großem Nutzen zu Veränderung der Richtungen. Menschen z. B. vermögen am meisten, wenn sie ein Seil von oben herabwärts ziehen, Gewichte ziehen blos von oben herab, Pferde wirken am meisten im horizontalen Zuge. Um nun eine Last L durch solche Kräfte zu heben, wird das Seil, das sie trägt, über eine feste Rolle geführt, damit Menschen oder Gewichte nach der Richtung AK, Pferde nach DK darauf wirken können. Wenn hiebey nichts an Kraft gewonnen wird, so geht auch dagegen nichts an Raum und Geschwindigkeit verlohren. So weit die Kraft fortgeht, eben soweit hebt sich auch die Last. Solche einfache Leitscheiben, dergleichen **Leupold** (Theatr. machinarium Tab. XXXV.) mehrere abbildet, sind oft besser, als Maschinen, welche mehr Zeit und Aufwand kosten.

Die **bewegliche Rolle** (*poulie mobile*) hingegen Taf. XX. Fig. 121. trägt die Last L an der Hülse, in welcher ihr Polzen steckt. Das Seil ist über ihr in F befestiget, um den untern Theil des Umfangs herumgeschlagen, und wird am andern Ende von einer Kraft K aufwärts gezogen. Diese Kraft hebt, wenn sie stark genug ist, die ganze Rolle mit der Last zugleich, daher auch das Gewicht der Rolle hier mit zur Last gerechnet werden muß. Wenn hiebey die Seile FC und KB unter sich und mit der Richtung der Last AL parallel sind, so ist C als Ruhepunkt anzusehen, und CA wird die Entfernung von L, CB die Entfernung von K. Daher fürs Gleichgewicht $K : L = CA : CB = 1 : 2$, oder **die Kraft nur halb so groß, als die Last**. Hier kan man also Vortheil an der Kraft erlangen, und mit 1 Pfund Kraft 2 Pfund Last halten. Dagegen verliert man eben

soviel am Raume. Denn, wenn L mit der Rolle um 1 Schuh gehoben werden soll, so müssen die Seile FC und KB jedes um 1 Schuh kürzer werden. Das ganze Seil muß also um 2 Schuh weiter ausgezogen werden, und die Kraft K, die stets am Ende desselben wirkt, muß um 2 Schuh fortgehen, so oft L um 1 Schuh gehoben werden soll.

Sind die Seile nicht parallel, oder zieht die Kraft schief, wie Fig. 122, so wird das Gewicht der Last von selbst die Rolle so stellen, daß die Richtung AL den Winkel beyder Seile FIK halbirt, und bey I durch seine Spitze geht. In diesem Falle ist für den Ruhepunkt C, die Entfernung von K = dem Perpendikel CG, die Entfernung von L = CH. Also für das Gleichgewicht K : L = CH : CG. Weil aber bey G und B rechte Winkel, mithin die Linien CG und AB parallel sind, so sind die Winkel GCB und ABH gleich, und die Dreyecke GCB und ABH ähnlich. Also

$$\frac{1}{2}\,CB : CG = \frac{1}{2}\,AB : BH$$

d. i. $CH : CG = AB : 2\,BH = CB$.

Folglich K : L = AB : CB = 1 : 2 sin A. Weil nun sin A allemal kleiner, als der Sinus totus oder als 1, seyn muß, so ist in diesem Falle die Last, welcher eine Kraft K das Gleichgewicht halten kan, nicht völlig doppelt so groß, als die Kraft, und die Kraft vermag mehr, wenn die Seile parallel sind, als wenn sie mit einander schiefe Winkel machen.

Wenn A = 30°, so ist 2 sin A = 1, mithin die Kraft der Last gleich. Bey dieser Schiefe, wo der Winkel beyder Seile FIK = 120° ist, hört der Vortheil der Kraft ganz auf. Wird A noch kleiner, so muß die Kraft sogar größer seyn, als die Last, die sie erhalten soll.

Will man durch Rollen die Kraft noch mehr, als im Verhältniße 1 : 2 verstärken, so muß man mehrere bewegliche Rollen mit einander verbinden. Von diesen Verbindungen handlen die Artikel **Kloben**, **Flaschenzug**. Alle Rüstzeuge, die auf dem Gebrauche der Rollen beruhen, werden in der Mechanik unter dem allgemeinen Namen **Scheibe und Kloben** (*Poulie et Mouffle*) begriffen.

Beym praktischen Gebrauche der Rollen äussert sich das Reiben zwar weniger, als bey vielen andern Maschinen, aber dennoch merklich genug, zwischen der Oberfläche des Polzens und der innern Fläche der durch die Rolle gebohrten Oefnung. Es ist also soviel, als ob an dieser Stelle noch eine Last mehr angebracht wäre. Diese Last wird desto weniger Moment haben, je näher sie dem Mittelpunkte der Rolle ist. Daher wird es vortheilhafter seyn, dünne Polzen zu gebrauchen, oder, weil diese doch der Festigkeit halber eine gewisse Stärke behalten müssen, den Durchmesser der Rollen zu vergrößern, und dadurch der Kraft mehr Entfernung und Moment zu verschaffen. Brisson schlägt vor, den Polzen so in die Rolle zu befestigen, daß er sich mit drehe. Dies würde die Friction, wie bey der Radwelle, in die Zapfenlöcher der Hülse, worinn der Polzen ruht, versetzen, und das Ausschleifen des Lochs in der Rolle selbst, welches ihren Gang ungleich macht, verhüten.

Die Steife der Seile, welche sich, zumal bey kleinen Rollen, sehr stark biegen müssen, ist ein noch wichtigeres Hinderniß bey der Bewegung der Rollen. Amontons (Mém. de Paris, 1699.) hat die Theorie davon zuerst entworfen und durch Versuche ins Licht gesetzt, welche auch Nollet (Leçons de physique exp. To. III. Leç. 9.) erzählt. Diese Versuche lehren, daß sich der von der Steife der Seile verursachte Widerstand im Verhältniße der Kräfte, welche die Seile spannen, im Verhältniße der Dicke der Seile, und im umgekehrten Verhältniße der Durchmesser der Rollen befinde. In Ansehung des letzten Punkts weichen zwar Nollets eigne Versuche von dem ab, was Amontons fand; doch stimmen beyde darinn überein, daß sich die Seile desto schwerer biegen, je kleiner die Durchmesser der Rollen sind. Also ist es auch in dieser Absicht vortheilhafter, Rollen von größerm Durchmesser zu gebrauchen.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Math. Mechanik, §. 87 u. f.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik. III Theil, Greifsw. 1769. 8. Statik, VI Abschnitt.

Brisson Dict. rais. de Phys. art. *Poulie.*

Rost, Rubigo, Ferrugo, *Rouille.* Dieser Name wird insbesondere der Erde des durch Luft und Wasser zersetzten Eisens beygelegt. Die Grunderde des Eisens ist mit dem Brennbaren desselben zum Theil so schwach verbunden, daß schon die Berührung der respirabeln Luft, auch ohne Hülfe des Feuers, auf dem nassen Wege einen Theil des Brennbaren entzieht, und eine schwache Verkalkung veranlasset, wodurch die Oberfläche des Eisens zersetzt und mit einer braunrothen erdigten Materie bedeckt wird. Diese Materie, der gemeine Rost oder Eisenrost, ist also ein wahrer Eisenkalk, s. **Kalke, metallische.**

Man verhütet das Rosten des Eisens und Stahls durch Bestreichung der Flächen mit Oelen oder Fetten, welche die unmittelbare Berührung der feuchten Luft verhindern. Homberg hat dazu eine eigne Salbe vorgeschlagen, welche aus Schweinfett und etwas Kampher besteht, die zusammengeschmolzen, mit gestoßner Kreide vermischt, und auf das heißgemachte Eisen eingerieben werden. Diese Salbe troknet, und ist sehr bequem, um stählerne Werkzeuge, welche weit versendet werden, oder sonst lange eingepackt bleiben, vor dem Roste zu schützen. Stählerne Spiegel, oder andere polirte Stahlflächen müssen beym Gebrauch sorgfältig vor aller Feuchtigkeit, sogar vor dem Hauche und vor plötzlicher Abwechselung der Wärme und Kälte in Acht genommen werden, wenn sie nicht rosten sollen.

Man giebt aber auch den Namen des Rosts andern metallischen Erden, die durch bloße Zersetzung der Flächen bey Berührung der Luft und des Wassers entstehen. Alle Metalle, nur die vollkommnen ausgenommen, leiden dergleichen Zersetzungen. So kan man den Grünspan **Kupferrost**, das Bleyweiß, welches sich auf dem an feuchter Luft stehenden Bley erzeugt, **Bleyrost**, u. s. w. nennen.

Rotation, s. **Umdrehung.**

Ruhe, Quies, *Repos.* So nennt man das Beharren eines Körpers an eben demselben Orte, oder den

Mangel der Bewegung, den Zustand des unbewegten Körpers. Wir bestimmen den Ort eines Körpers durch seine Lage gegen andere Gegenstände, und nehmen also da Ruhe an, wo wir keine Veränderung dieser Lage bemerken. Dies ist fast allemal nur Schein; und die Dinge, die wir für ruhend halten, sind in der That Bewegungen unterworfen, deren Daseyn nur nicht gleich in die Augen fällt, sondern erst durch Schlüße erkannt wird.

Man hat daher die absolute Ruhe von der relativen zu unterscheiden. **Absolute Ruhe** heißt das Beharren in ebendemselben Theile des ganzen Weltraums, oder der Mangel der absoluten Bewegung, s. **Bewegung, absolute**. **Relative Ruhe** hingegen ist Beharren in einerley Lage gegen einen oder mehrere andere Körper. Nach den Lehren der Sternkunde ist die ganze Erde mit dem Luftkreise in steter Bewegung, und wahrscheinlich sind alle Weltkörper überhaupt Bewegungen unterworfen; daher findet weder auf der Erde, noch sonst im Weltgebäude, eine absolute Ruhe statt, und alles, was wir für ruhend halten, ist nur in relativer Ruhe gegen uns oder gegen andere umgebende Körper.

Dennoch müssen wir oft Körper als absolut ruhend betrachten. Die Bewegung der Erdkugel um die Sonne und um ihre Axe sind aller Materie auf der Erde längst mitgetheilt, und so eingedrückt (motus impressi), daß sie auf die Wirkungen einzelner Erdkörper in einander beym Druck, Fall, Stoß, Wurf u. dgl. gar keinen Einfluß haben. Man muß also bey Betrachtung solcher einzelnen Bewegungen die Erde selbst mit allem, was seine Lage gegen ihre Oberfläche nicht ändert, für absolut ruhend annehmen. Wenn ein Schif ohne merkliches Schwanken fortgeht, so theilt sich diese fortgehende Bewegung bald allen darauf befindlichen Körpern mit, die dadurch in eine relative Ruhe gegen einander kommen. Werden alsdann auf dem Schiffe einzelne Bewegungen durch Kräfte hervorgebracht (z. B. wenn man Maschinen auf dem Schiffe bewegt, Billard spielt u. dgl.), so erfolgen sie so, als ob alles in absoluter Ruhe wäre. Man würde daher die Lehre von der Bewegung unnöthiger Weise

erschweren, wenn man nicht allezeit gewisse Standpunkte als absolut ruhend ansehen wollte. Die Folge davon ist freylich diese, daß man so nur relative Bewegungen kennen lernt; es ist aber auch selten oder gar nicht nöthig, die absoluten in Betrachtung zu ziehen, s. Bewegung, relative.

Der Begrif von Ruhe ist verneinend. Er zeigt blos Abwesenheit der Bewegung an. Es läst sich dabey nicht, wie bey der Bewegung, ein Mehreres und Minderes oder eine Folge verschiedener Grade gedenken: sondern die Ruhe ist entweder gar nicht, oder ganz vorhanden. Weil nun gleiche Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen einander aufheben, und sich also als entgegengesetzte Größen betrachten lassen, deren eine mit +, die andere mit — bezeichnet werden kan, so ist die Ruhe, oder der Mangel aller Bewegung, natürlicher Weise als die **Null** oder als der mittlere Zustand zwischen entgegengesetzten Bewegungen anzusehen. Und weil man sich vorstellt, daß entgegengesetzte Bewegungen von entgegengesetzten Kräften hervorgebracht werden, so muß man sich nothwendig auch vorstellen, daß die Ruhe von gar keiner Kraft hervorgebracht werde, d. i. daß ein Körper ruhe, wenn entweder keine Kraft auf ihn wirkt, oder wenn sich alle in ihn wirkende Kräfte gerade aufheben, welcher letztere Fall das **Gleichgewicht der Kräfte** genannt wird. So natürlich und leicht nun dieses ist, so hat es doch sehr lange gedauert, ehe man zu wohlgeordneten Vorstellungen von entgegengesetzten Bewegungen und von Ruhe hat gelangen können. Die Scholastiker stritten über die Frage, ob Ruhe etwas positives, oder eine bloße Privation sey. **Descartes** (Princip. philos. P. II. §. 26. 27. 44.) war in der Bestimmung dieser Begriffe sehr unglücklich. Er sieht es als ein falsches Vorurtheil an, daß man zur Bewegung mehr Kraft erfordere, als zur Ruhe, setzt auch nicht die vorwärtsgehende Bewegung der rückwärtsgehenden, sondern Bewegung überhaupt der Ruhe entgegen. (Notandum est, unum motum alteri motui aeque veloci nullo modo esse contrarium, sed proprie tantum duplicem hic inveniri contrarietatem. Unam inter *motum et quietem*, vel etiam inter motus celeritatem et tarditatem, quatenus

scilicet ista tarditas de quietis natura participat; alteram inter *determinationem motus* versus aliquam partem, et *occursum corporis* in illa parte *quiescentis*, vel aliter moti &c.). Er sucht also in der Ruhe selbst eine Kraft, und leitet von derselben die Härte der festen Körper her, dagegen er die Flüßigkeit für eine beständige Bewegung aller Theile erklärt. Diese übelgeordneten Vorstellungen verwirren seine ganze Mechanik, und führen ihn auf ganz irrige Gesetze des Stoßes, s. Stoß. Erst Newton hat durch richtige Bestimmung des Satzes von der Trägheit diese Begriffe gehörig auseinander gesetzt, und auf dieselben ein deutlicheres und festes System der Mechanik gebaut, s. Trägheit.

Ein ruhender Körper bleibt so lang in Ruhe, bis ihn irgend eine Kraft in Bewegung setzt. Also nicht zu Unterhaltung der Ruhe, sondern zu Aufhebung derselben, wird Kraft erfordert. Wenn diese Kraft in der That wirkt, und den ruhenden Körper bewegt, so wird sie freylich dadurch ganz oder zum Theil aufgewendet. Daher stellen sich manche im ruhenden Körper eine ihr entgegenwirkende Kraft vor, durch welche sie oder ihr Theil aufgehoben werde. Es ist aber ganz überflüßig, so etwas anzunehmen; die Aufhebung der Kraft oder des Theils, der gewirkt hat, folgt ja schon natürlich daraus, daß die Wirkung erfolgt ist, daher die darauf verwendete Ursache nun nichts weiter bewirken kan, s. Gegenwirkung.

Von fortdaurenden oder absoluten Kräften, die in bewegte Körper noch immer fortwirken, wird in jedem Augenblicke nur derjenige Theil, der eben jetzt wirkt, verwendet. Im folgenden Augenblicke erfolgt ein neuer Stoß, der die Wirkung vermehrt, und die schon entstandne Bewegung beschleuniget, und so werden nach und nach alle Stöße der Kraft auf Beschleunigung verwendet. Darum hat man aber nicht nöthig, im bewegten Körper eine eigne Kraft zu suchen, die durch ihren Widerstand diese Stöße aufhebt. Also ist es auch nicht nöthig, dem ruhenden Körper eine Kraft beyzulegen, welche den ersten Stoß, der die Bewegung erzeugte, aufhebt.

Ruhepunkt, **Mittelpunkt der Bewegung**, Punctum fixum, Centrum motus, *Point d'appui*, *Point fixe*, *Centre de mouvement*. Diese Namen führt am Hebel und allen einfachen Rüstzeugen diejenige Stelle, welche bey der Bewegung der Maschine in Ruhe bleibt, um die sich also die ganze Maschine drehen läßt. Was diese Stelle unterstützt oder hält, heißt die Unterlage, oder das Hypomochlion, s. Hypomochlion. Bisweilen aber wird auch dem Ruhepunkte selbst der Name des Hypomochlions beygelegt, s. Entfernung vom Ruhepunkte.

Diese ruhende Stelle führt zwar den Namen eines Punkts, sie ist dies aber nur am mathematischen Hebel. Beym physischen Hebel und den andern Rüstzeugen bleibt eine ganze Linie, oder wohl gar ein ganzer Körper unbeweglich, z. B. bey der Radwelle die Axe, bey der Rolle der Polzen. Diese ruhenden Linien oder Körper werden alsdann an ihren beyden Endpunkten unterstützt, daher in solchen Fällen zwo Unterlagen vorhanden sind, wie beym Rade die festen Lager, worinn die Zapfen der Welle ruhen, bey der Rolle die Wände der Hülse, in welchen der Polzen fest steckt u. s. w. Bey der Theorie dieser Rüstzeuge kan man allemal die Richtungen beyder Kräfte in einerley Ebne versetzen, und den Punkt der Axe, der in eben diese Ebne fällt, als unterstützt betrachten. Was man für diesen Fall findet, gilt auch noch, wenn gleich die Kräfte und Unterstützungen in verschiedenen Ebnen liegen. In der Theorie also hat man allemal einen Punkt, um den sich die Maschine dreht.

Wenn zwo Unterlagen an verschiedenen Stellen der Axe vorhanden sind, so vertheilt sich das, was der Ruhepunkt zu tragen hat, unter beyde nach dem umgekehrten Verhältniße seiner Entfernung von einer jeden. Wenn z. B. Taf. XX. Fig. 100. an der Radwelle CC die Last L von dem Ende A doppelt so weit, als vom andern Ende absteht, so wird die Stütze bey A nur $\frac{1}{3}$ L, die Stütze am andern Ende die übrigen $\frac{2}{3}$ L zu tragen haben. Nach ähnlichen Grundsätzen läßt sich auch berechnen, wie viel jede

Stütze von dem Gewichte der Welle und des Rads zu tragen, und von der Wirkung der Kraft K auszuhalten hat.

Rückläufig, Retrogradus, *Retrograde*. In der Sternkunde nennt man die eigne Bewegung eines Planeten oder Kometen rückläufig, wenn sie der Ordnung der himmlischen Zeichen in der Ekliptik entgegen (in antecedentia s. praecedentia) gerichtet scheint, also vom Morgen gegen Abend oder dem Zuschauer in unsern Ländern von der Linken zur Rechten geht, s. **Folge der Zeichen**. Eine solche Bewegung heißt auch ein **Rücklauf** (Retrogradatio, *Retrogradation*). Sie ist der rechtläufigen Bewegung entgegengesetzt, s. **Rechtläufig**.

Sonne und Mond bewegen sich immer nach der Ordnung der Zeichen ohne Rücklauf. Die obern Planeten aber zeigen um die Zeit ihrer Opposition, und die untern um die Zeit ihrer untern Conjunction mit der Sonne eine rückläufige Bewegung. Die alten Systeme nahmen die Erde für ruhend, und die Rückläufe für wirkliche Bewegungen an. Weit natürlicher aber erklärt diese Rückläufe das copernikanische System als einen bloßen Schein oder eine optische Täuschung, welche von der Bewegung der Erde herrührt, s. **Weltsystem**. Die wahren Bewegungen der Planeten sind dabey jederzeit rechtläufig. Unter den bekannten Kometen aber giebt es einige, deren wirkliche Bewegung rückläufig ist. Die Nebenplaneten bewegen sich um ihre Hauptkörper alle rechtläufig; ihre Bewegung aber scheint rückläufig, wenn sie zwischen ihrem Hauptkörper und der Erde hindurchgehen, s. **Folge der Zeichen**.

Auch dem Planeten selbst giebt man während seines Rücklaufs das Beywort rückläufig. So sagt man, Saturn sey jährlich 136 Tage, Jupiter 100 Tage, Mars 75 Tage lang rückläufig.

Rückschlag, Nachschlag des Blitzes, Fulmen revertens s. retrogradum, *Coup de foudre en retour*, *Choc électrique en retour*, engl. Returning stroke. Wenn durch plötzliche Zerstörung eines elektrischen Wirkungskreises die

ungleich vertheilte Elektricität der benachbarten Körper schnell in ihr Gleichgewicht zurückkehrt, so kan dadurch ausser dem Hauptschlage, der den Wirkungskreis selbst zerstörte, noch ein zweyter Schlag in der Entfernung veranlasset werden, dem man den Namen des **Rückschlags** oder **Nachschlags** giebt.

Ein stark elektrisirter Körper stört innerhalb seines Wirkungskreises das Gleichgewicht der Elektricität sehr beträchtlich. Alle mit der Erde unmittelbar oder mittelbar verbundene Leiter, welche in diesen Wirkungskreis kommen, nehmen auf eine große Weite die der seinigen entgegengesetzte Elektricität an. Wird nun der Körper selbst durch eine plötzliche Entladung seiner Elektricität beraubt, und dadurch sein Wirkungskreis zerstört, so muß sich eben so plötzlich auch das Gleichgewicht innerhalb der Grenzen dieses Kreises wieder herstellen, und die darinn befindlichen Leiter müssen ihre Elektricität auf einmal der Erde oder andern Körpern wieder abgeben. Das Bestreben darnach wird desto heftiger seyn, je stärker die Elektricität des entladnen Körpers war, und je schneller ihre Zernichtung erfolgte. Man kan sich leicht vorstellen, daß hiedurch ein Leiter im Wirkungskreise einer starken Gewitterwolke, wenn er in einer unvollkommnen Verbindung mit der Erde steht, einen zweyten Schlag verursachen kan, der von dem Hauptschlage, wodurch die Wolke entladen wird, gänzlich verschieden ist.

Noch heftiger kan ein solcher Rückschlag auf folgende Art entstehen. Man denke sich eine einzelne weithin die Länge gedehnte Wetterwolke, die in der Mitte etwas aufwärts gekrümmt ist, so daß ihre beyden Enden der Erde näher stehen, als ihre übrigen Theile. Unter jedem Ende dieser Wolke stehe ein erhabner Körper. Beyde Körper erhalten durch den Wirkungskreis der Wolke ein starkes — E, wenn die Wolke selbst + E hat. Nähert sich nun die Wolke mit einem Ende dem darunter befindlichen Körper soweit, daß sie ihm einen Funken abgeben kan, so wird sie dadurch ihres + E und ihres Wirkungskreises plötzlich beraubt. Der Körper am andern Ende muß daher sein

starkes —E eben so plötzlich verlieren, oder sich mit +E aus der Erde sättigen, welches bey einer unvollkommnen Verbindung nicht ohne eine mächtige Erschütterung geschehen kan. Aber die Wolke kan durch ihr Einschlagen in den ersten Körper ihres +E so stark beraubt werden, daß sie sogar in —E übergeht. In diesem Falle wird sie das in den andern Körper tretende +E der Erde so stark und plötzlich anziehen, daß dadurch eine neue Entladung desselben gegen die Wolke auf der andern Seite, d. i. ein zweyter heftiger Schlag am andern Ende entsteht.

Aus diesen Gründen, welche den Gesetzen der Elektricität vollkommen gemäß sind, hat Mylord **Mahon**, jetzt Graf **Stanhope** (Principles of Electricity. London, 1779. 4. Principes d'électricité, par *Milord Mahon*, traduit de l'Anglois par l'Abbé N.. à Londres, 1781. 8. Lord Mahons Grundsätze der Elektricität, aus dem engl. übers. mit Anm. v. J. F. Seeger. Leipzig, 1789. gr. 8.) verschiedene bey den Donnerwettern vorkommende Erscheinungen sehr glücklich erklärt. Oft ereignet sich der Fall, daß Personen in einer großen Entfernung von dem Orte, wo der Blitz einschlägt, zu gleicher Zeit auf das heftigste erschüttert, betäubt hingeworfen und wohl gar getödtet werden. Dieses Einschlagen einer einzigen Entladung an zween sehr entfernten Orten erklärt sich vollkommen durch den Nachschlag. Oft bemerkt man auch Blitze an zwo sehr entlegnen Stellen einer Wetterwolke, die man für einen und ebendenselben halten sollte, obgleich einer davon den Hauptschlag, der andere den Rückschlag vorstellt. Lord Mahon hat diese schon an sich wahrscheinliche Behauptung mit Versuchen so stark unterstützt, daß dabey nicht der mindeste Widerspruch statt finden kan. Zugleich zeigt er, daß gut angelegte Blitzableiter auch gegen den Rückschlag schützen.

Ein merkwürdiges Beyspiel hiezu geben die Wirkungen eines Blitzes, welche **Buissart** (*Rozier* Journal de physique. Octobre 1783.) beschreibt. Am 24 Febr. 1777. schlug ein Blitz aus einer von Nordwest herkommenden Wetterwolke zu gleicher Zeit in die beyden Kirchthürme des Fleckens Hennin-Lietard, und des Dorfes Rouvroi ein, welche

beyde Orte etwa 5 Stunden von Arras, und beyde eine Stunde weit auseinander liegen. Das sonderbarste war, daß alle Spuren der angerichteten Verwüstungen deutlich zeigten, der Blitz sey an dem einen Orte von der Erde aufwärts, am andern von der Wolke niederwärts gefahren. Denn in Rouvroi waren die Sandsteinplatten, womit der Boden am Eingange des Thurms belegt war, in die Höhe gehoben; im dritten Stockwerke waren die Quaderstücken, worauf das Gebälke ruhte, gleichfalls emporgehoben; der Wetterhahn auf der Spitze war aus seinem Lager gehoben und 130 Toisen weit gegen Osten geführt, und ein Knabe von 10 — 12 Jahren von eben diesem Blitze in die Höhe gehoben und eine Strecke weit in die Kirche hineingeschleudert worden, so daß er das Bewußtseyn verlohren hatte, und bald darauf gestorben war. In Hennin-Lietard hingegen war der Wetterhahn nicht abgerissen, und alles vielmehr niedergedrückt, als emporgehoben. Diese gleichzeitigen und entgegengesetzten Wirkungen sind nicht anders, als durch Hauptschlag und Rückschlag zu erklären.

Lichtenbergs Magazin für das Neuste aus der Physik und Naturg. Erster Band, III Stück S. 122. ingl. Zweyter Band, III Stück S. 105 u. f.

Ruß, Fuligo, *Suie*. So nennt man diejenigen Theile entzündlicher Körper, welche bey der Verbrennung in der Flamme mit aufsteigen, aber aus Mangel an reiner Luft oder aus andern Ursachen der vollkommnen Verbrennung entgehen, den Rauch bilden, und sich an die erste kalte Fläche, die sie antreffen, als eine schwarze oder braune Masse anlegen. Meistentheils enthält der Ruß noch sehr viel Brennbares, und ein brenzliches halb in Kohle verwandeltes Oel, von welchem auch seine schwarze Farbe herrührt.

Die entzündlichen Körper werden durch die Verbrennung so gewaltsam zersetzt, daß nicht nur ihre flüchtigen Bestandtheile, sondern auch mittelst derselben ein Theil der feuerbeständigen, in Dämpfen aufsteigen, welche glühend die Flamme bilden und in derselben großentheils völlig zersetzt werden, zum Theil aber doch der Zerstörung entgehen

und sich durch eine wahre Sublimation in Rauch und Ruß verwandlen. Je vollkommner die Verbrennung ist, desto weniger erhält man Rauch und Ruß.

Der Ruß selbst ist nach Beschaffenheit der Verbrennung und der verbrannten Substanzen verschieden. Der gemeine Ruß der Schorsteine hat einen scharfen, bittern und brenzlichen Geschmack, setzt im Wasser eine färbende Materie ab, und kan aufs neue sehr lebhaft und mit starker Flamme brennen, wie man an dem Brennen der Schorsteine sieht. Dies zeigt, daß er salzige, öhlichte, seifenartige Theile und Brennbares enthalte. Durch die Destillation erhält man aus ihm Wasser, Laugensalz in fester und flüßiger Gestalt und ein brenzliches Oel; der Rückstand ist eine häufige kohlenartige Materie, aus der man nach der Einäscherung fixes Alkali bekommen kan. Manche Arten des Rußes geben auch Säuren, und zuletzt bey starkem Feuer etwas Salmiak, wie in Holland der Torfruß, und in Egypten der Ruß von verbranntem Miste der Hausthiere, welche kochsalzhaltige Kräuter fressen.

Da alle Arten des Rußes flüchtiges Alkali liefern, auch wenn sie von bloß vegetabilischen Materien kommen, so schloß man sonst, daß die Verbrennung der Pflanzen, wie die Fäulniß, ein flüchtiges Laugensalz erzeuge. Herr **Wiegleb** aber (Chemische Versuche über die alkalischen Salze, Berlin und Stettin, 1774. 8. S. 222 u. f.) hat durch seine Versuche mit Büchenholzsägspänen und Ruß vom Büchenholz dargethan, daß der flüchtigalkalische Antheil, den der Ruß giebt, schon vor der Verbrennung im Holze enthalten sey.

Man gebraucht den Ruß zur Bereitung des Salmiaks und zum Färben, indem daraus das **Rußbraun** *(Bistre)* gezogen, auch durch Versetzung mit Leim die Tusche, und mit verdicktem Leinöl die **Buchdruckerschwärze** bereitet wird. Auch die Arzneykunst macht einigen Gebrauch vom Ruße, und den Chymisten dient das Lampenschwarz wegen des darinn enthaltenen Phlogistons als ein Hülfsmittel zur Reduction der Metallkalke.

Macquer chymisches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Ruß.

S.

Sättigung, Saturatio, *Saturation*. Derjenige Zustand der Stoffe, in welchem ihr gegenseitiges Bestreben nach Vereinigung, ihre Verwandschaft oder Anziehung gegen einander, völlig befriediget worden ist. Alsdann äussert sich blos eine innige Vermischung und ein gemeinschaftlicher Zusammenhang ihrer Grundstoffe, und man bemerkt kein weiteres Bestreben nach mehr Vereinigung. So heißt ein Auflösungsmittel gesättigt, wenn es soviel von dem aufgelößten Stoffe in sich genommen hat, als es anzunehmen willig und fähig ist. Bringt man in diesem Zustande noch mehr hinzu, so bleibt dies unaufgelößt, das Bestreben nach Verbindung ist befriedigt, und die Verwandschaft oder Anziehung hört bey diesem Punkte, dem Sättigungspunkte (punctum saturationis), gänzlich auf zu wirken.

Nach Macquers Bemerkung findet man in jedem Stoffe sowohl ein allgemeines Vereinigungsbestreben gegen andere Stoffe überhaupt, als auch eigne Verwandschaften mit gewissen Stoffen insbesondere. Die letztern können befriediget werden, ohne daß dadurch das erstere allgemeine Bestreben gänzlich aufgehoben wird, d. h. es kan eine relative Sättigung statt finden, ohne absolute Sättigung zu bewirken. Aber manche relative Sättigungen bringen eine so starke Bindung und Vereinigung der Theile hervor, daß dadurch alle fernere Wirksamkeit der Mischung aufgehoben wird. Für diese Fälle ist die relative Sättigung mit der absoluten einerley, wie z. B. bey den Neutralsalzen aus den Mineralsäuren und dem fixen Alkali, welche beym Sättigungspunkte alle ihre Kausticität und Wirksamkeit verlieren.

Andere relative Sättigungen bringen nur schwache Verbindungen hervor, erschöpfen von dem allgemeinen Bestreben nur einen geringen Theil, und erzeugen daher wirk-

samere Mischungen, s. Kausticität. Von dieser Art sind die zerfließenden Salze und die Mischungen der Mineralsäuren mit metallischen Substanzen, vorzüglich der ätzende Quecksilbersublimat, die Silberkrystallen u. a. m.

Noch andere Substanzen haben einen bestimmten und merklichen relativen Sättigungspunkt, welcher der absoluten Sättigung sehr nahe kömmt, ob sie gleich nur in eine schwache Verbindung treten. Es sind aber dies solche, die überhaupt nur wenig Wirksamkeit oder ein schwaches Verbindungsbestreben besitzen, z. B. Aether mit Wasser, die wesentlichen Oele mit Weingeist, die Mittelsalze mit Wasser.

Diejenigen Salze, welche wenig Krystallisationswasser enthalten, z. B. der vitriolisirte Weinstein und das Kochsalz, haben bey ihren Auflösungen in Wasser sehr bestimmte Sättigungspunkte, welche auch durch die Hitze nicht sehr verändert werden, und wenn diese Punkte einmal erreicht sind, so löset sich auch bey dem stärksten und längsten Sieden nicht ein Gran mehr auf. Von andern Salzen, die mehr Krystallisationswasser bey sich haben, z. B. Glaubersalz, Alaun, Bittersalz, Borax, Eisen- und Kupfervitriol, nimmt das Wasser mit Hülfe der Wärme soviel, als sein eignes Gewicht beträgt, und vielleicht noch mehr, in unbestimmter Menge in sich. Sie zerfließen daher über dem Feuer schon in ihrem eignen Krystallisationswasser, weil sie so wenig Wasser zu ihrer Auflösung bedürfen.

Endlich giebt es Substanzen, die sich ohne genaue Sättigung in jedem Verhältniße vereinigen lassen, wie Wasser mit den flüßigen Säuren, mit dem flüchtigen und dem Gewächslaugensalze, mit den zerfließbaren Mittelsalzen und mit dem Weingeiste. So vereinigen sich auch die Metalle untereinander selbst ohne Sättigungspunkt. Dennoch haben einige dieser Substanzen eine ziemlich starke Verwandschaft untereinander, obgleich ihre Vereinigung das allgemeine Bestreben fast gar nicht schwächet, und fast nur als eine bloße Vermischung anzusehen ist. Eine mit Wasser verdünnte Vitriolsäure z. B. bleibt immer Vitriolsäure, und behält die vorigen Eigenschaften. Es muß also der

Grad, in welchem die Auflösungskraft der Körper durch ihr gegenseitiges Einwirken erschöpft wird, nicht bey allen Substanzen einerley seyn.

Wenn ein bestimmter Sättigungspunkt vorhanden ist, so erfolgt durch Ueberschreitung desselben **Uebersättigung**, wobey der nicht aufgelöste Theil des hinzugekommenen Stofs ungebunden oder frey bleibt. In sehr vielen Fällen dieser Art, aber nicht in allen, wird oder bleibt dieser Theil als ein sichtbarer Niederschlag abgeschieden, s. Niederschlag.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Sättigung.

Säuren, Acida, *Acides.* Diesen Namen führt eine eigne Hauptgattung der Salze, deren allgemeine Kennzeichen diese sind, daß sie einen sauren Geschmack haben, und die blaue Farbe des Veilchenaufgußes, der Lakmustinktur, des Lakmus- und Fernambukpapiers, nebst einer großen Anzahl anderer blauen oder violetten Pflanzensäfte roth färben. Sie vereinigen sich leicht mit den Laugensalzen und absorbirenden Erden, und bilden mit denselben die Neutral- und Mittelsalze, welche beym Sättigungspunkte den Geschmack und die färbende Eigenschaft der Säuren gänzlich verlieren. Wenn die Laugensalze und Erden Luftsäure enthalten, so erfolgt bey ihrer Verbindung mit den stärkern Säuren ein heftiges Aufbrausen, indem die Luftsäure entbunden, und in Luftgestalt ausgetrieben wird.

Die Säuren erscheinen fast immer in flüßiger Gestalt. Denn ihre Verwandschaft mit dem Wasser ist so groß, daß sie die in der Atmosphäre befindliche Feuchtigkeit begierig an sich ziehen, und daher durch die bloße Berührung der Luft zerfließen würden.

Ueberhaupt zeigen die Säuren eine große Wirksamkeit und ein Bestreben, sich mit andern Stoffen, besonders den einfachern oder wenig zusammengesetzten, z. B. dem Phlogiston, den Laugensalzen, absorbirenden Erden, Metallen, dem Wasser, Weingeiste und den Oelen zu vereinigen. Bey den meisten dieser Verbindungen entwickeln sich gasartige Materien; auch entsteht dabey oft ein beträchtlicher Grad

von Hitze, mit dem Eise hingegen bringen die Säuren Kälte hervor, s. Kälte, künstliche.

Man kennt in der Chymie eine sehr große Anzahl Säuren, welche alle in ihren besondern Verhältnißen und Eigenschaften wesentlich unterschieden sind. Das Kennzeichen einer eignen Säure ist dieses, daß sie mit den Laugensalzen und absorbirenden Erden eigne, von den andern verschiedene Neutral- und Mittelsalze bildet. In neuern Zeiten hat sich die Anzahl der bekannten Säuren sehr vermehrt, und es werden noch immer neue entdeckt, ob sich gleich viele davon auf gemeinschaftliche Hauptgattungen bringen lassen.

Die Säuren werden nach den Körpern, woraus man sie erhält, in mineralische, vegetabilische und thierische getheilt. Zu den mineralischen gehören vornehmlich die Vitriolsäure, Salpetersäure und Salzsäure, als die einfachsten und stärksten. Sie waren sonst die einzigen Mineralsäuren, die man kannte: neuere Entdeckungen aber haben noch die Arseniksäure, die Boraxsäure oder das Sedativsalz und die Flußspathsäure hinzugesetzt. Von allen diesen wird in besondern Artikeln dieses Wörterbuchs gehandlet. Ausserdem hat Scheele im Wasserbley (molybdaena) eine eigne Säure entdeckt, welche in diesem Körper mit Schwefel übersetzt ist, und durch wiederholtes Abziehen der Salpetersäure über Wasserbley abgeschieden werden kan, so wie auch aus ihr, wenn man sie mit drey Theilen Schwefel destillirt, das Wasserbley wieder hergestellt wird. Auch haben Scheele und Bergmann aus dem Tungstein oder Schwerstein (lapis ponderosus) eine eigne Säure gezogen, welche einen Bestandtheil des Wolframs ausmacht, und durch ihre Verbindung mit dem Phlogiston den von den Gebrüdern de Luyart entdeckten Wolframkönig bildet, s. Metalle. Da die Erdharze auch zum Mineralreiche gerechnet werden, so gehören noch die Bernstein- und Ambrasäure hieher; überdies trift man in verschiednen mineralischen Körpern einen Antheil von Phosphorsäure an, s. Phosphorsäure.

Die vegetabilischen oder Pflanzensäuren unterscheiden sich von den mineralischen dadurch, daß sie nicht so

einfach, feuerbeständig und stark sind, weil sich mit ihnen eine gewisse Menge Oel verbindet, welche nur durch die feinsten Bearbeitungen davon geschieden werden kan. Deswegen können auch die meisten aus ihnen entstandnen Mittelsalze durch bloßes Feuer oder durch die Mineralsäuren zersetzt werden. Man kan die Pflanzensäuren nach **Weigel** (Grundriß der Chymie, §. 846.) in wesentliche, gegohrne und brenzliche abtheilen. Die **wesentlichen** sind in den Vegetabilien bereits von Natur entwickelt, und werden durch Auspressen, Ausziehen, Abreiben oder Abkochen mit Wasser erhalten. Sie sind allerdings als eigenthümliche Säuren zu betrachten, deren jede besondere Neutral- und Mittelsalze bildet; ihre Grundsäure aber scheint doch nur eine einzige zu seyn. Zu ihnen gehören die Citronensäure, reine Weinsteinsäure, Sauerkleesalzsäure, Zuckersäure, Benzoesäure, Johannisbeerensäure, Berbisbeerensäure, Maulbeersalzsäure, Pfirschen- Pomeranzen- Aepfelsäure, Tamarindensäure, u. a. m. **Donald Monro** (Account of some neutral salts made with vegetable acids, Philos. Trans. Vol. LXVII. p. 479.) hat über dieselben und ihre Mittelsalze viele Untersuchungen angestellt. Zu den **gegohrnen** gehört die **Essigsäure**, von welcher unter einem eignen Artikel gehandlet worden ist. **Brenzliche Pflanzensäuren** (destillirte saure Geister aus dem Pflanzenreiche) sind die **Holzsäure** oder der **Holzessig**, den man fast aus allen festen Pflanzentheilen durch die Destillation erhält, die **Honigsäure**, der **Weinsteinspiritus**.

Die thierischen Säuren sind ebenfalls schwächer, flüchtiger, und zusammengesetzter, als die mineralischen, und mit einer Menge Oel verbunden; im Ganzen auch noch zu wenig untersucht, als daß man entscheiden könnte, ob sie von den vegetabilischen wesentlich unterschieden sind. Die **Ameisensäure** wird durch Destillation der Ameisen erlangt, die **Fettsäure** ebenfalls durch Destilliren aus der Butter und dem Fette gezogen, s. **Fett**. Beyde sind brenzlich, sehr flüchtig, stechend und durchdringend. Endlich wird auch noch hieher die **Knochensäure** oder Phosphorsäure gerechnet, s. **Phosphorsäure**, die man aber auch ausser dem

Thierreiche in einigen mineralischen und vegetabilischen Stoffen antrift.

Auch die **Luftsäure** oder **fixe Luft** ist seit **Bergmanns** Versuchen (Schwed. Abhandl. v. 1773. und De acido äereo) für eine eigne Säure, die sich von allen übrigen unterscheidet, anerkannt worden, s. **Gas, mephitisches** (Th. II. S. 400.). **Fontana** (Journal de physique, 1778.) hat sogar alle thierische und Pflanzensäuren blos auf die in den organisirten Körpern enthaltene Luftsäure zu bringen gesucht, wenigstens gezeigt, daß die Substanzen des Thier- und Pflanzenreichs ihre Säure verlieren, wenn man ihnen die fixe Luft entzieht.

Die meisten Säuren erscheinen gewöhnlich, wie schon bemerkt ist, in flüßiger Gestalt; einige, die sich gar nicht anders darstellen lassen, heissen daher **stets flüßige Säuren** (Fluores acidi, *Acides fluors*), wie die flüchtige Schwefelsäure, die Salpetersäure, die Salzsäure und die meisten aus den thierischen und vegetabilischen Materien destillirten. Einige aber nehmen auch, als Säuren, die feste Gestalt an, und heissen **feste Säuren** (Acida solida s. concreta, *Acides concrets*) z. B. die Weinsteinkrystallen, verschiedene wesentliche Salze in den Pflanzensäften und das flüchtige saure Bernsteinsalz. Noch andere zeigen sich in elastischer Gestalt, entweder als Dämpfe, oder als Gasarten, wovon die dephlogistisirte Salzsäure, die Luftsäure und die übrigen sauren Gasarten Beyspiele geben.

Ueber das Wesen der Säuren im Allgemeinen etwas zu sagen, was nicht auf bloße Hypothesen hinausliefe, ist noch zur Zeit schlechterdings unmöglich. Man wird bey dem Artikel **Salze** angeführt finden, daß zween der größten Chymisten Deutschlands, **Becher** und **Stahl**, alle Salze, mithin auch die Säuren, auf eine einzige allgemeine Grundsubstanz zu bringen gesucht haben, welche aus Erde und Wasser bestehen sollte. Wenn es eine solche allgemeine Säure gäbe, so könnte dieses nach der Meinung der besten Scheidekünstler wohl keine andere, als die Vitriolsäure, seyn. **Stahl**, welcher sich rühmte, eine Säure in die andere verwandlen zu können, giebt auch zu verstehen, daß

die Vitriolsäure mit dem Brennbaren Salpetersäure, mit Bechers Merkurialerde hingegen Salzsäure gebe. Aber die aus Vitriolsäure und Brennbarem bestehende flüchtige Schwefelsäure ist von der Salpetersäure gar sehr unterschieden, und Bechers Merkurialerde gehört zu den jetzt vergessenen hypothetischen Stoffen.

Andere Chymiker, welche mit **Lemery** oder **Baume** das Feuer, oder mit **Meyer** die fette Säure für die Ursache aller Aetzbarkeit und Auflösungskraft halten, erklären auch die Natur der Säuren aus der Gegenwart dieses so wirksamen Grundstofs, die Erzeugung der Neutral- und Mittelsalze aber daraus, daß sich bey Verbindung der Säuren mit den Alkalien und Erden das Feuer oder Kaustikum aus den Stoffen abscheide und in die Luft übergehe, wie man aus der dabey entstehenden Erhitzung sehe. Neuere Entdeckungen aber haben uns von der Auflösungskraft der Körper ganz andere Begriffe verschaft, welche hiemit nicht mehr übereinstimmen, s. **Kausticität**.

Neuerlich hat das antiphlogistische System des Herrn **Lavoisier** einen ganz eignen Begrif von der Natur der Säuren erfordert, weil sich dieselben so vorzüglich durch ihre Anziehung gegen eine Substanz auszeichnen, die diesem System zufolge ein Unding seyn soll. Man ist daher wiederum auf einen einzigen und allgemeinen säureerzeugenden **Grundstof**, oder eine sogenannte *Base oxygène* zurückgegangen, welche nur durch Verbindung mit andern theils wirklichen, theils angenommenen Substanzen verschiedene Modifikationen annehmen soll. Diese *Base oxygène* bildet mit dem Feuer die reine Luft, mit dem Kohlenstoffe die Luftsäure, mit dem Schwefel und den Stoffen der nitrösen, salzsauren Luft u. s. w. die mineralischen Säuren, mit dem Phosphorus die Phosphorsäure, mit den Metallen die Metallkalke. Hieraus folgen Erklärungen, die gerade das Umgekehrte der gewöhnlichen sind, und statt der Verwandschaft der Säuren mit dem Phlogiston Verwandschaft brennbarer Körper mit dem säureerzeugenden Grundstoffe voraussetzen; eine Säure dephlogistisiren heißt: ihr mehr von der *Base oxygène* geben, oder sie mit reiner Luft

vermischen u. dgl. So einfach manche dieser Erklärungen sind, so bleibt doch hiebey soviel Schwierigkeit und lediglich hypothetisches übrig, daß es wohl noch nicht rathsam seyn möchte, die ganze Sprache der Chymie mit einigen deshalb umzuändern.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Säuren.
Gren systemat. Handb. der Chemie, Theil I. §. 204 u. f.

Saft, Säfte, Humores, Succi, *Humeurs*, *Sucs*. Diesen Namen giebt man den tropfbaren Flüßigkeiten, welche sich in den organisirten Körpern befinden. Das Wesen und Leben der Körper des Pflanzen- und Thierreichs besteht eben darinn, daß in ihnen solche Flüßigkeiten in festen Gefäßen aufsteigen oder umlaufen, s. Organisirte Körper. Sie theilen sich nach den beyden Naturreichen, in denen man sie findet, in Pflanzensäfte und Säfte thierischer Körper.

Die Pflanzen ziehen den Saft (*sève*), der in ihnen aufsteigt, aus der Erde durch ihre Wurzel ein, und erhalten durch die Assimilation desselben mit ihrer Substanz Nahrung und Wachsthum, s. Pflanzen. Man erklärt insgemein das Aufsteigen des Safts durch die Eigenschaften der Haarröhren, welche den feinen Gefäßen und Canälen der Pflanzen zukommen. Wenn sich auch einwenden läst, daß in keinem Haarrohre das Wasser so hoch steige, als die Stämme der größern Bäume sind, so kan man doch antworten, daß die Anziehung der lebenden Pflanzenstoffe gegen das Wasser ohne Vergleichung größer seyn müsse, als etwa die Anziehung des Glases oder dürren Holzes, womit die Versuche über die Haarröhren angestellt werden, und daß am Ende das Aufsteigen des Safts doch auf Anziehung, also auf gleichem Grunde mit den Phänomenen der Haarröhren, beruhe. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts behauptete Perrault in den Pflanzen einen Kreislauf des Safts, wie im thierischen Körper: aber Hales (Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. deutsch: Statik der Gewächse. Halle, 1747. 8. frz. Statique des Vegétaux par Mr. *de Buffon*. Paris, 1735. 4.) hat durch vortrefliche Un-

tersuchungen das Ungegründete dieser Behauptung dargethan. Er zeigt, daß die Pflanzen unaufhörlich und weit mehr einsaugen, als die Thiere im Verhältniß ihrer Größe Nahrung zu sich nehmen, daß es in ihnen keine besondern zu Veränderung des Safts bestimmten Organe, und in ihren Gefäßen keine Klappen giebt, daß der Saft am Tage steigt, in der Nacht aber in eben den Gefäßen fällt, und daß sich also das Pflanzenreich auch in dieser Absicht ganz vom Thierreiche unterscheidet.

Es wird aber dieser aufsteigende Saft in jeder Pflanze auf eine ihr besonders eigne Art verändert, und man findet ihn bey der Zerlegung in ganz andern Gestalten wieder. Wenn man frische Pflanzen, Blumen, Früchte ꝛc. in marmornen Mörseln zerreibt und auspreßt, so erhält man aus ihnen die **ausgepreßten Pflanzensäfte** (Succi plantarum expressi, *Sucs de plantes*). Man bekömmt sie bisweilen auch aus Pflanzen, die noch im Boden stehen, durch das Einschneiden oder Durchbohren der Rinde, wie z. B. den Birkensaft. Den sehr troknen oder schleimigen Pflanzen muß man beym Zerreiben etwas Wasser zusetzen. Diese Säfte enthalten gewöhnlich ein Gemenge von mehrern Bestandtheilen der Pflanze oder Frucht, besonders von den schleimigen und salzigen. Die schleimigen und erdigten Theile werden durch das Abklären, d. i. Absieden mit Eyweiß herausgebracht, welches den Schleim mit sich zum Gerinnen bringt, und den Saft klar und durchsichtig macht. Die wesentlichen Salze der Pflanzen erhält man durch das Abdampfen dieser Säfte; ein solches Salz ist der Zucker: andere Pflanzensäfte geben Salze mit eignen vegetabilischen Säuren. Alle blaue Pflanzensäfte werden von den Säuren roth, von den Laugensalzen anders gefärbt, und dienen daher, die Beschaffenheit der Salze zu prüfen und ihre Gegenwart zu entdecken. In der Arzneykunst thun diese Säfte gleiche Wirkung mit den Pflanzen selbst, und werden ihrer bessern Erhaltung wegen zu Extracten, oder mit Zucker zu Syrupen und Conserven eingedickt.

Die Säfte der thierischen Körper sind bey den verschiedenen Classen, Geschlechtern und Arten des Thierreichs sehr

verschieden. Das Blut, aus welchem die übrigen Säfte entspringen, ist bey den Säugthieren und Vögeln roth und warm, bey den Amphibien und Fischen roth und kalt, bey den Insecten und Gewürmen weiß und kalt. Es befindet sich in einem beständigen Kreislaufe, der mit dem Athmen unmittelbar verbunden ist, s. Blut. Die Speisen werden bey den Säugthieren und fleischfressenden Vögeln im Magen mit dem Magensafte vermischt, und durch dessen auflösende Kraft, verbunden mit der Wirkung der Wärme und Bewegung, zerlegt oder verdaut. Bey andern Thieren besonders denen, so von Pflanzen leben, fehlt der Magensaft, und die Speisen werden blos erweicht, und durch die Muskeln des Magens zerrieben. Sie gelangen aus dem Magen in die Gedärme, wo durch die wurmförmige Bewegung, und durch Beymischung der Darmsäfte, der Galle und des Gekrösdrüsensafts die Verdauung vollendet wird. Hier scheidet sich aus den verdauten Speisen der Milchsaft (chylus) ab, der von den Milchgefäßen eingesogen, und durch die Milchbruströhre (ductus thoracicus) in den zunächst am Herzen liegenden Blutadern dem Blute beygemischt wird. Während des Kreislaufs des Bluts wird durch die Absonderungen der Säfte in den kleinsten Gefäßen der Nahrungssaft (lympha) bereitet, der sich mit den festen Theilen verbindet und dieselben ernähret. Endlich werden die im Blute überflüßigen wässerigten und salzigen Theile in den Nieren abgesondert, und als Harn ausgeführt. Ueberdies giebt es noch Säfte oder Feuchtigkeiten, die in besondern Theilen des thierischen Körpers durch eigne Drüsen abgesondert werden, wovon der Speichel, die Thränen, die Feuchtigkeiten (humores) des Auges Beyspiele sind. Bey den chymischen Zerlegungen der thierischen Säfte findet man viele eigentlich dem Pflanzenreiche zugehörige Stoffe, welche durch die Nahrung in den thierischen Körper gekommen sind. Auch ist der Honig der Bienen nichts anders, als ein aus den Honigbehältern der Pflanzen gesammleter süßer Blumensaft.

Sigaud de la Fond Dict.re de physique art. *Sève.*

Saiten, Chordae, *Cordes d'instruments*. Elastische Körper von cylindrischer Gestalt, deren Länge aber in Vergleichung mit der Dicke oder dem Durchmesser des senkrechten Durchschnitts durch die Axe sehr groß ist. Insgemein werden sie entweder von Metall, oder aus den Gedärmen der Thiere bereitet, und sind daher theils Drathsaiten (*cordes metalliques*) theils Darmsaiten (*cordes à boyau*).

Bey dem Worte Elasticität (Th. I. S. 706 u. f.) ist erklärt worden, aus welcher Ursache und nach welchen Gesetzen gespannte und gebogne Saiten ihre Schwingungen verrichten, welche, wie die Schwünge des Pendels, so lange sie dauern, der Zeit nach gleich lang bleiben. Sind also diese Schwingungen schnell genug um einen hörbaren Ton hervorzubringen, so bleibt dieser Ton, so lang er dauert, der nemliche, oder die Saite giebt einen bestimmten Klang, s. Ton, Klang. Man gebraucht daher die Saiten zu Hervorbringung der Töne auf musikalischen Instrumenten, wo sie durch die Finger, oder durch anstoßende Tangenten, oder durch Streichen mit haarnen Bogen u. dgl. in Schwingungen versetzt werden.

Die Verhältniße der Geschwindigkeiten, mit welchen gespannte Saiten schwingen, also die Verhältniße der Töne, die sie angeben, lassen sich aus den Gesetzen der Federkraft fester Körper leicht bestimmen. Wenn die Länge der Saite $= L$, das Gewicht $= G$, die spannende Kraft $= P$, die Schwingungszeit $= T$ heißt, so verhält sich T^2, wie $\frac{LG}{P}$, s. Elasticität. Mithin werden sich die Zahlen der Schwingungen in einer gegebnen Zeit, welche im umgekehrten Verhältniße der Schwingungszeiten selbst stehen, wie die Quadratwurzeln aus $\frac{P}{LG}$ verhalten. Man sieht hieraus, daß Saiten von eben der Materie mehr Schwingungen machen, oder höher klingen, wenn sie stärker gespannt, kürzer und dünner; dagegen tiefer, wenn sie weniger gespannt, länger und dicker sind.

Sind zwo solche Saiten von gleicher Dicke, so verhält sich ihr Gewicht, wie ihre Länge, also LG, wie L^2. In diesem Falle sind die Schwingungszahlen im Verhältniße von $\frac{\sqrt{P}}{L}$.

Daher verhält sich bey gleich langen und gleich dicken Saiten die Schwingungszahl oder Höhe des Tons, wie $\sqrt{P}$, oder wie die Quadratwurzel aus der spannenden Kraft. Um eine Saite bey gleicher Länge bis zur Octave des vorigen Tons (2 : 1) zu bringen, muß man sie mit viermal so viel Kraft spannen.

Bleibt aber die spannende Kraft ungeändert, so verhält sich die Schwingungszahl, oder Tonhöhe, wie $\frac{1}{L}$ d. i. umgekehrt, wie die Länge. Um eine Saite bey ungeänderter Spannung auf die Octave des vorigen Tons zu bringen, muß sie um die Helfte verkürzt werden. Auf diesen Satz gründen sich die Versuche mit dem **Monochord**, **Tetrachord** u. s. w., s. **Ton**. So bringt man auf der Violine und Laute aus einer gestimmten Saite ohne Veränderung der Spannung verschiedene höhere Töne hervor, indem blos die Länge des schwingenden Theils durch Aufdrückung des Fingers auf die gehörige Stelle vermindert wird.

Wenn gleich lange und gleich gespannte Saiten ungleich dick sind, so verhalten sich die Schwingungszahlen oder Tonhöhen umgekehrt, wie die Durchmesser. Saiten von ungleichförmiger Dicke geben mehrere Töne zugleich an.

Die Saiten geben, wenn kein Schwingungsknoten entsteht, den eigentlichen Ton, auf den sie gestimmt sind, ganz rein an; bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten aber klingen die Octave, Quinte und doppelte Octave mit. Die Entstehung der Schwingungsknoten kömmt auf die Art an, die Saite in Bewegung zu setzen, und auf die Stelle, wo dieses geschieht, s. **Klang**, unter welchem Artikel auch einige Schriften über die verschiedenen Schwingungsarten der Saiten angeführt werden.

Salmiak, Ammoniakalsalz, Sal Ammoniacum, *Salmiac*, *Sel ammoniac*. Den Namen der Salmiake oder Ammoniakalsalze führen überhaupt alle durch Sättigung der Säuren mit dem flüchtigen Alkali entstandne Neutralsalze, s. Neutralsalze. Vorzüglich aber wird unter dem Namen des gemeinen Salmiaks dasjenige verstanden, welches aus der Vereinigung dieses Alkali mit der Salzsäure entspringt.

Der reine Salmiak ist ein sehr weisses halbdurchsichtiges Salz, von einem starken stechenden und einigermassen urinösem Geschmacke, und geschickt, sich in Gestalt von Federn zu krystallisiren, oder als eine dichte Masse von parallelen Fäden, worinn man auch bisweilen würflichte Stücken findet, zu sublimiren. Die fedrigen Krystallen bestehen aus sechsseitig pyramidalischen Nadeln, und enthalten nach Kirwan 0,52 Salzsäure, 0,40 flüchtiges Laugensalz und 0,08 Wasser. Der Salmiak löset sich sehr leicht, und mit starker Erkältung, im Wasser auf, so daß bey 50 Grad Wärme nach Fahrenheit eine Unze Wasser 150 Gran Salmiak in sich nimmt. Aus dieser Ursache zerfließt er auch leicht an der Luft.

Durch die bloße Wirkung des Feuers in verschloßnen Gefäßen wird der Salmiak nicht zersezt, sondern ganz sublimirt. Die Vitriol- und Salpetersäure aber verbinden sich bey der Destillation mit seinem Alkali; daher geht seine Salzsäure über, und die neuerzeugten Ammoniakalsalze bleiben als Rückstände zurück. Wenn man hiebey Salpetersäure gebraucht, so geht ein Theil derselben mit der Salzsäure zugleich über, und bildet ein Königswasser; es ist aber bey dieser Bereitungsart des Königswassers viel Langsamkeit und Mäßigung anzuwenden, weil sich die Dämpfe hiebey sehr schwer verdichten.

Mehrere Substanzen zersetzen den Salmiak auf andere Art, indem sie sich der Säure bemächtigen und das flüchtige Alkali frey machen. Dahin gehören die Kalkerden, die Bittersalzerde, der lebendige Kalk, die fixen Laugensalze und die metallischen Materien. Bey der Zersetzung des

Salmiaks durch Kalkerden (z. B. gepülverte Kreide), welche nur mit Hülfe der Hitze erfolgt, entbindet sich zugleich die Luftsäure der Kalkerden, und geht mit dem flüchtigen Alkali über, welches daher in trokner fester Gestalt, sehr mild, und mit einer beträchtlichen Vermehrung seines Gewichts erscheint, so daß man aus 1 Pfund Salmiak (welches an sich nur 6—7 Unzen Laugensalz hält) auf diese Art 14 Unzen festes flüchtiges Alkali erhalten kan. Ehe man die Luftsäure kannte, waren diese Phänomene chymische Räthsel, und **Duhamel** (Mém. de Paris. 1735.) leitete die Vermehrung des Gewichts von einem Theile mit fortgerissener Kalkerde, **Baume** (Erläuterte Experimentalchymie, Th. II. S. 118 f.) von dem Wasser der Kalkerde her. Mit dem lebendigen Kalke zersetzt sich der Salmiak gleich im Augenblicke der Vermischung ungemein lebhaft und geschwind, so daß man alle Vorsicht gebrauchen muß, das entbundene flüchtige Alkali nicht einzuathmen. Hiebey aber erscheint es stets in flüßiger Gestalt (vermittelst des im lebendigen Kalke enthaltenen Wassers), und als ein ätzender **Salmiakspiritus** (Spiritus salis ammoniaci cum calce viva paratus), weil dem Kalke die Luftsäure fehlt, welche das Alkali mild und krystallisirungsfähig machen könnte. Der Rückstand beyder Destillationen, von welchen die letztere nur gelinde Wärme erfordert, ist ein Kalksalz oder kalkartiges Kochsalz.

Auch die milden feuerbeständigen Laugensalze treiben das flüchtige aus dem Salmiak in trokner Gestalt, bis ihr Wasser mit überzugehen und es flüßig zu machen anfängt. Die ätzenden Laugensalze hingegen treiben das flüchtige Alkali sehr leicht, aber ätzend und stets flüßig, über. Die Laugensalze verhalten sich also vollkommen, wie die Kalkerden. Die Rückstände sind Kochsalz, wenn man mineralisches, Digestivsalz des Sylvius, wenn man Gewächslaugensalz gebraucht hat.

Die meisten Metalle treiben aus dem Salmiak das flüchtige Alkali, mit Hülfe des Feuers, ätzend und flüßig aus, und verbinden sich mit der Salzsäure, wodurch Silber und Bley in Hornsilber und Hornbley verwandlet wer-

den. Wenn man aber die Metalle in geringerm Verhältniße beymischt, und eine Sublimation durch starke Hitze veranstaltet, so steigt der Salmiak unzersetzt mit auf, und man erhält metallische Salmiakblumen (Ens Martis, Ens Veneris), oder Verbindungen des Salmiaks mit einem metallischen Kochsalze.

Man findet den Salmiak natürlich in den Vulkanen und in ihrer Nähe, aber in geringer Menge. Den käuflichen zog man sonst blos aus Aegypten, und die Bereitung desselben blieb lang ein Geheimniß, bis **Hasselquist** (Schwed. Abhdl. B. XIII. 1751. S. 266.) und **Niebuhr** (Reise nach Arabien, Th. I. S. 152.) entdeckten, daß man ihn aus dem Ruße des verbrannten Mists der Kühe und Kameele, den man dort zur gewöhnlichen Feurung braucht, durch die Sublimation erhalte. Der Salmiak ist in dem Miste dieser Thiere, welche kochsalzhaltige Pflanzen fressen, schon enthalten. Auf ähnliche Art kan man auch aus dem Torfruße in Holland Salmiak ziehen. Die fabrikmäßige Bereitung des Salmiaks im Großen ist zuerst von **Baume** in Frankreich und den Gebrüdern **Gravenhorst** in Braunschweig angefangen worden. Die Verfahrungsart wird zwar geheim gehalten, allein die bekannten Verwandschaftsgesetze der kochsalzsauren Salze geben mehrere Wege dazu an die Hand, dergleichen von **Weber** (Physikal. chem. Magazin, Th. I. S. 141 u. f.), **Alberti** (Anleitung zur Salmiakfabrik. Berlin, 1780. 8.), **Göttling** (Verbess. Methode, den Salmiak zu bereiten. Weimar, 1782. 12.), **Gren** (in Crells neusten Entd. Th. VII. S. 19.), **Wiegleb** (in Demachy's Laborant im Großen, Th. II. S. 355.) beschrieben werden. Das flüchtige Alkali erhält man dazu am leichtsten aus mäßig faulem Menschenharn, durchs Destilliren. Der Salmiak der Fabriken ist sehr rein, und zum medicinischen Gebrauch besser; in den Künsten aber wird der sublimirte schwärzliche ägyptische eben wegen des beygemischten Rußes vorgezogen, weil dieser die Verkalkung der Metalle besser verhütet.

Man gebraucht den Salmiak vorzüglich zur Verzinnung des Eisens und Kupfers, zur Schmelzung des Goldes

und zum Löthen; in der Färbekunst zu Erhöhung der Farben; mit fixem Alkali versetzt zur Schnupftabaksbeize; und in der Arzneykunst als ein auflösendes, reizendes, säulnißwidriges und fieberstillendes Mittel.

Macquer chymisches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Ammoniakalsalze.

Gren systemat. Handbuch der Chemie. Erster Theil, §. 942 u. f.

Salpeter, Nitrum, Nitrum vulgare, prismaticum, Alcali vegetabile nitratum *(Bergm.)*, *Nitre*, *Salpètre*. Diesen Namen führen die durch Sättigung der Salpetersäure mit den Laugensalzen entstandenen Neutralsalze, s. Neutralsalze. Insbesondere aber kömmt die Benennung des gemeinen oder prismatischen Salpeters demjenigen zu, welcher aus der Vereinigung dieser Säure mit dem Gewächslaugensalze entspringt.

Der gemeine Salpeter hat einen kühlendsalzigen scharfen Geschmack, und einen bitterlichen Nachgeschmack. Er bildet ansehnliche große Krystallen, von sechsseitiger prismatischer Gestalt, mit gestreiften Seitenflächen und sechsseitig pyramidalischen, mehrentheils schräg abgestumpften Endspitzen. Sie lösen sich leicht im Wasser auf, und erfordern dazu nach Bergmann (De analysi aquarum, §. 11.) bey mäßiger Wärme 7 Theile, bey der Siedhitze kaum mehr als einen Theil Wasser auf einen Theil Salpeter, daher sich der Salpeter sehr bequem durchs Abkühlen krystallisiren läßt. Sie halten nach Bergmann 0,49 reines Gewächsalkali, 0,33 Salpetersäure und 0,18 Krystallisationswasser; nach Kirwan 0,63 Laugensalz, 0,30 Säure und nur 0,07 Wasser. Die Vereinigung dieser Bestandtheile ist so vollkommen, daß die Krystallen an der Luft weder verwittern noch zerfließen.

Der Salpeter zerschmelzt sehr leicht in einer mäßigen Hitze, und ohne sich aufzublähen. Wenn er nicht bis zum Glühen gebracht wird, verliert er durch diese Schmelzung nichts, als sein weniges Krystallisationswasser, und gesteht beym Erkalten zu einer festen, klingenden und halbdurch-

sichtigen Masse, dem mineralischen Krystall, die in kleinen Tropfen auf kupfernen Blechen erkältet, die Salpeterkügelchen oder das Prunellensalz bildet. Durch anhaltendes Glühen aber entwickelt sich eine große Menge dephlogistisirter Luft, s. Gas, dephlogistisirtes (Th. II. S. 373.), wodurch der Salpeter ganz von seiner Säure befreyt, oder alkalisirt wird, daher er auch beygemischten Sand oder Kiesel eben so gut, als das Laugensalz selbst, in Fluß bringt, und sich damit verglaset.

Bringt man den Salpeter während des Glühens mit brennbaren Körpern in Berührung, oder trägt man kalten Salpeter auf einen brennenden Körper, so entsteht sogleich eine Entzündung mit Geräusch, oder ein Verpuffen, wovon unter einem besondern Artikel gehandlet wird. Dieses Verpuffen zersetzt den brennbaren Körper sogleich, und entziehe dem Salpeter seine Säure; daher der Rückstand der Verpuffung oder der uneigentlich sogenannte fixe Salpeter nichts als ein mit der Asche des verbrannten Körpers verbundenes Gewächslaugensalz ist. Salpeter mit Kohlenstaub verpuft, giebt auf diese Art ein Alkali, das wegen der Luftsäure der Kohlen nicht ganz ätzend ist, aber doch an der Luft zerfließt und Glaubers Alkahest bildet; durch Verpuffung mit rohem Weinstein entstehen die Flüße, s. Fluß; mit Schwefel erzeugt sich ein vitriolisirter Weinstein. Hiemit hängen auch die Wirkungen des Salpeters im Schießpulver und Knallpulver zusammen, s. Schießpulver, Knallpulver.

Der Salpeter wird durch die reine Vitriolsäure auf beyden Wegen, durch die an einen erdigten oder metallischen Grundtheil gebundene Vitriolsäure, durch Sedativsalz, Arsenik, Phosphorsäure und Kochsalzsäure nur auf dem trokenen Wege zersetzt. Diese Substanzen zerstören die Salpetersäure nicht, sondern machen sie blos vom Laugensalze frey, mit dem sie sich an statt ihrer verbinden. Man erhält also, wenn man die Operation in Destillirgefäßen verrichtet, dadurch Salpetersäure; der Rückstand aber ist ein Neutralsalz aus dem Gewächsalkali und der zur Zersetzung gebrauchten Säure.

Natürlich findet man den Salpeter in gewissen Gegenden von Indien, wo man ihn von der Erde oder den Steinen abkehrt und daher Kehrsalpeter (*nitre de houssage*) nennt. Er wird durch Auflösung in Wasser, Durchseihen und Anschießen gereiniget. Auch in Spanien soll sich dergleichen finden, und neuerlich hat man im Gebiete von Molfetta und in andern Gegenden Siciliens ganze Salpeterhölen, aus deren Erde er sich auslaugen läst, und in den Kalkschichten des Berges Pulo gediegne Salpeterkrystallen gefunden (Vom gediegnen Salpeter, in den physikalischen Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien, herausg. v. Born 1787. gr. 4. Jahrg. I. Quartal 3. S. 4.). Auch findet man Salpeter in den Säften einiger Pflanzen, der aber wohl mehr vom Boden herzuleiten ist.

In größerer Menge bereitet die Natur den unvollkommnen Kalksalpeter, der sich in den Wohnungen der Menschen und Thiere, besonders in niedrigen und feuchten, aber vor Regengüssen gesicherten Behältnißen, z. B. Kellern, Küchen, Ställen u. dgl. so häufig an Mauern und Steinhaufen anlegt. Man errichtet auf den Salpeterhütten Wände oder Haufen von Wasserschlamm, kalkhaltigen Leimen, Bauschutt, Gassenkehricht, ausgelaugter Asche u. dgl. die man mit Harn, Mistjauche oder Wasser immer feucht erhält, und auf welchen sich beym Zutritt der freyen Luft nach völlig beendigter Fäulniß ein ähnlicher erdigter Salpeter erzeugt. Dieser wird nachher in den Salpetersiedereyen dadurch von der Erde befreyt, daß man ihn entweder in Vermischung mit Holzasche und Kalk durch Wasser auslaugt, oder eine aus ihm allein bereitete Mutterlauge mit Aschenlauge vermischt, und dann einsiedet, wobey sich die Säure mit dem zugesetzten Laugensalze verbindet, und als gemeiner Salpeter krystallisiret, welcher durch wiederholtes Auflösen, Einsieden, Abschäumen und Krystallisiren geläutert wird. Auf diese Art wird der gröste Theil des käuflichen Salpeters durch Vereinigung der Kunst mit der Natur erhalten.

Der Salpeter wird am häufigsten zu Bereitung des Schießpulvers verbraucht. In der Chymie dient er zu einer großen Anzahl Arbeiten, als Reinigungsmittel des

Goldes und Silbers von beygemischten unedlen Metallen, deren Verkalkung er sehr beschleuniget, ingleichen zur Zusammensetzung der Flüße, zum Verglasen und zu Entdeckung der Gegenwart des Brennbaren durchs Verpuffen. Bey den pnevmatisch-chymischen Versuchen giebt er ein vortrefliches Mittel zu Entbindung der dephlogistisirten Luft, und zu Reinigung verdorbner Luftarten, wovon auch die Arzneykunst Gebrauch machen kan, in der er noch überdies als ein harntreibendes, beruhigendes und kühlendes Mittel häufig angewendet wird.

Macquer chym. Wörterbuch mit Leonhardi Anm. Art. Salpeter.

Gren system. Handb. der Chemie, I. Theil, §. 835 u. f.

Salpeterartige Luft, s. Gas, salpeterartiges.

Salpetergeist, s. Salpetersäure.

Salpetersäure, Acidum nitri, *Acide nitreux.* Diesen Namen führt eine der vornehmsten mineralischen Säuren, welche einen Bestandtheil des Salpeters ausmacht.

Man erhält sie am gewöhnlichsten durch Zersetzung des Salpeters mit Vitriolöl, mit welchem sich derselbe unter heftigem Aufbrausen erhitzt, und seine Säure in Gestalt von rothen Dämpfen aussendet. Wenn man einen Theil Salpeter mit einem halben Theile Vitriolöl in einer geräumigen Retorte im Sandbade destillirt, und die rothen Dämpfe in der Vorlage aufsammlet, so erhält man dadurch eine sehr concentrirte Salpetersäure, die in Gläsern mit eingeriebnen und noch überdies mit Wachs verklebten Stöpseln aufbewahrt werden muß. Sie führt insgemein den Namen des rauchenden Salpetergeists (Spiritus nitri fumans Glauberi). Der Rückstand dieser Destillation ist natürlich ein vitriolisirter Weinstein, dem man unnöthiger Weise besondere Namen (Arcanum duplicatum, Panacea Holsteiniensis, Sal de duobus) gegeben hat.

Der rauchende Salpetergeist ist röthlich von Farbe, höchst sauer und ätzend, und sendet an der Luft rothe Dämpfe aus. Das eigenthümliche Gewicht des stärksten ist

1,583 von dem Gewichte des Wassers. Mit Eis und Schnee bringt er eine beträchtliche Kälte hervor, s. Kälte, künstliche; mit Wasser aber erhitzt er sich mit einem Zischen. Mit dem vierten Theile Wasser, dem Volumen nach, wird er grün, mit gleichen Theilen Wasser blau, und mit noch mehrerem ganz weiß. Er zieht die Feuchtigkeit der Luft stark an, und erhält daher an der Luft nach und nach eben diese Farben.

Die reine Salpetersäure ist weit flüchtiger, als die Vitriolsäure, und kan daher nicht in fester Gestalt dargestellt werden. Was Bernhard (Chemische Versuche und Erfahrungen, Leipz. 1765. 8. S. 129.) für krystallisirte oder eisartige Salpetersäure ansahe, scheint eine mit salpetersauren Dämpfen geschwängerte Vitriolsäure in Form eines Eisöls gewesen zu seyn, dergleichen auch Priestley (Experiments and Observ. relating to various branches etc. Sect. II. p. 26. Sect. XL. p. 450 sq.) erhielt. Von den rothen Dämpfen der Salpetersäure s. den Art. Gas, salpetersaures, (Th. II. S. 420.).

Anstatt des Vitriolöls bedient man sich zu Ausscheidung der Säure aus dem Salpeter auch anderer Substanzen, welche Vitriolsäure enthalten, besonders des gebrannten Vitriols oder gebrannten Alauns. Auch die Thonerden treiben in der Hitze die Salpetersäure aus. Diese Operationen werden gewöhnlich im Großen unternommen, und es wird dabey in der Vorlage Wasser vorgeschlagen. Der saure Spiritus, den man dadurch erhält, ist weit schwächer als der rauchende Salpetergeist, und weiß, stößt auch keine sichtbaren Dämpfe aus, und wird schlechthin Salpetergeist (spiritus nitri) oder Scheidewasser (aqua fortis, *Eau forte*) genannt. Durch eine sorgfältigere Destillation mit dem bis zur rothen Farbe calcinirten Vitriol erhält man das doppelte Scheidewasser, das eine röthliche oder dunkelgelbe Farbe hat, und bey Berührung der Luft rauchet.

Durch eine Destillation bey gelindem Feuer kan man dem rauchenden Salpetergeiste die röthliche Farbe benehmen. Es geht dabey ein Theil der Säure in gelben Dämpfen über, und das zurückbleibende ist ungefärbt, stößt auch jetzt nur

weiße Dämpfe aus. Man muß es aber sehr vorsichtig in einem Glase, das damit ganz erfüllt wird, mit einem eingeschliffenen Stöpsel verwahren. Sobald diese ungefärbte Säure etwas Brennbares z. B. einen Holzspan oder Strohhalm berührt, wird sie sogleich gelb, und giebt wieder gelbe Dämpfe. **Bergmann** und **Scheele** haben daher die rothe Farbe des rauchenden Salpetergeists von seiner Verbindung mit dem Phlogiston hergeleitet, und ihm so, wie jeder gefärbten Salpetersäure, den Namen der **phlogistisirten Salpetersäure** beygelegt. Der phlogistisirte Geist wird durch das Brennbare flüchtiger, und geht bey gelinder Destillation zuerst und mit Zurücklassung des ungefärbten Theils über, welchen daher eben diese Chymisten die **dephlogistisirte Salpetersäure** nennen. Wenn gleich Herr **Wiegleb** die rothe Farbe und das Dampfen von mehrerm Feuer oder gebundenem Wärmestof herleitet, so zeigen doch **Crawfords** Versuche, daß der bleiche Salpetergeist mehr gebundne oder specifische Wärme, als der gefärbte, bey sich führe.

Die Anziehung der Salpetersäure gegen das brennbare Wesen ist ungemein stark. Den Oelen entreißt sie dasselbe mit solcher Kraft, daß dabey durch ihren freywerdenden Wärmestof an der Luft heftige Selbstentzündungen erfolgen. Mit der concentrirten Salpetersäure allein entzünden sich die schwerern ätherischen und die trofnenden milden Oele leicht; mit den leichtern ätherischen und den übrigen milden Oelen gelingt der Versuch besser, wenn man Vitriolöl mit zu Hülfe nimmt, um die überflüßige Feuchtigkeit zu binden. **Borrichius** (in *Thom. Bartholini* Act. med. et philos. Hafn. ann. 1671. p. 133.) entdeckte zuerst die Entzündung des Terpentinöls mit dem rauchenden Salpetergeiste; **Slare** (Philos. Trans. 1694. Num. 213. p. 200. und in Crells chem. Archiv. B. I. S. 105.) und **Homberg** (Mém. de Paris. 1701. S. 129. und beym Crell, B. II. S. 250.) entzündeten ätherische Oele, **Rouviere** (1706) auch brenzliche. **Hofmann** (1722 in Obs. phys. chym. L. II. obs. 3.) und **Geoffroy** (Mém. de Paris. 1726. beym Crell B. III. S. 89.) fanden, daß die Beymischung der Vitriolsäure den Ver-

such erleichtere, und **Rouelle** (Mém. de Paris. 1747. S. 34.), daß sich dadurch auch die milden Oele entzünden lassen.

Die dephlogistisirte Salpetersäure erlangt schon durch Berührung der Luft, der sie ihr Phlogiston entzieht, die gelbe Farbe und dampfende Eigenschaft wieder, die also beym rauchenden Salpetergeiste wohl von dem Brennbaren des zur Austreibung angewendeten Vitriolöls herrühren mag. Nach **Scheeles** Beobachtung sollen sogar die Sonnenstralen die Kraft haben, weisse Salpetersäure in weissen Gläsern mit eingeschliffenen Stöpseln zu phlogistisiren. **Scheele** schloß hieraus, das Licht sey ein zusammengesetzter Stof und enthalte Phlogiston. Aber nach **Kirwan** erfolgt dies nur in Gläsern, die nicht ganz voll sind, durch die miteingeschloßne Luft. Auf diese ungemein starke Verwandschaft mit dem Phlogiston gründet sich auch die Entfärbung der braunen Vitriolsäure durch zugegossene Salpetersäure oder hineingeworfenen Salpeter; und die Zersetzung der hepatischen Luft durch starke Salpetersäure, deren Eintröpfeln den hepatischen Wassern den Geruch benimmt, und ihren Schwefel niederschlägt.

Bey völliger Ausschließung der reinen Luft nehmen die Dämpfe der phlogistisirten Salpetersäure mit Hülfe der Wärme die Luftgestalt an, und erscheinen als **nitröses** oder **Salpetergas**, wovon bey dem Worte Gas, salpeterartiges (Th. II. S. 411 u. f.) umständlich gehandlet worden ist. Sehr wahrscheinlich besteht dieses Gas aus einer mit dem Phlogiston verbundenen und durch Beytritt des Wärmestofs luftförmig gewordenen Salpetersäure. Kömmt die Luft damit in Berührung, so nimmt diese das Phlogiston an sich, und nun erscheint die Salpetersäure sogleich in der gewöhnlichen Gestalt des rothen Dampfs, der bey allen Vermischungen der nitrösen Luft mit gemeiner oder dephlogistisirter entsteht.

Hingegen erhält man aus dem rauchenden Salpetergeiste sowohl, als aus den rothen Dämpfen desselben, wenn man sie durch ein glühendes Pfeifenrohr gehen läßt, ingleichen aus sehr vielen mit Salpetersäure angefeuchteten Substanzen eine Menge **dephlogistisirter Luft**, besonders,

wenn diese Substanzen, soviel möglich, vom Phlogiston befreyt sind, s. **Gas, dephlogistisirtes** (Th. II. S. 373 u. f.). Darf man der Vermuthung Raum geben, daß die dephlogistisirte Luft ein Wasser in elastischer Form sey, so lassen sich diese Entwicklungen desselben durch die Hitze ganz leicht erklären, da doch aller flüßige Salpetergeist, selbst der concentrirteste, Wasser bey sich führt. Diese dephlogistisirte Luft scheint auch Antheil an dem Verpuffen zu haben, welches allen salpetersauren Salzen eigen ist, s. **Verpuffen**.

Die Salpetersäure ist eines der mächtigsten chymischen Auflösungsmittel, das sich vorzüglich durch die Leichtigkeit und Geschwindigkeit seiner Wirkungen empfiehlt. Sie löset die drey Laugensalze sehr leicht auf, und bildet mit dem vegetabilischen den gemeinen, mit dem mineralischen den **würflichten**, und mit dem flüchtigen den **entzündlichen Salpeter oder Salpetersalmiak**. Doch sind die Laugensalze mit der Vitriolsäure noch stärker, als mit ihr verwandt; daher das Vitriolöl den Salpeter zersetzt, und seine Säure wieder frey macht. Merkwürdig ist hiebey, daß aufgegossene Salpetersäure die vitriolischen Mittelsalze auch wiederum in gewissem Maasse zersetzt, und mit ihren Laugensalzen Salpeter bildet. Es scheint also, als ob einmal die Vitriolsäure, ein andermal die Salpetersäure stärker mit den Laugensalzen verwandt sey, und einige haben daraus sogar die Nichtigkeit der ganzen Verwandschaftslehre erweisen wollen. Aber **Bergmann** (De attract. electiv. §. 9.) erklärt das Räthsel sehr glücklich, und besser als **Baume**, der es 1760 zuerst entdeckte. Nemlich die vitriolischen Neutralsalze sind fähig, sich mit Vitriolsäure zu übersättigen. Kömmt nun Salpetersäure hinzu, so giebt ein Theil des Neutralsalzes seine Säure an den andern Theil ab, den die Salpetersäure nicht berührt; in jenem Theile wird also das Laugensalz frey, und kan sich mit der Salpetersäure verbinden.

Auch die absorbirenden Erden löst diese Säure leicht auf, und bildet mit ihnen Mittelsalze, die den allgemeinen Namen der **erdigten Salpeter** führen, z. B. Kalksal-

peter, Bittersalpeter, Alaunsalpeter, schwererdiger Salpeter.

Alle Metalle werden von der Salpetersäure angegriffen und aufgelöset; doch Gold und Platina nur in Verbindung mit der Salzsäure, s. Königswasser. Es entsteht bey diesen Auflösungen, vermuthlich wegen des Brennbaren der Metalle, eine größere Menge rother Dämpfe und eine stärkere Hitze; das dabey aufsteigende Gas aber ist nicht entzündbar, sondern von eigner Beschaffenheit; es ist nemlich die salpeterartige oder nitröse Luft. Mit dem Silber, Bley, Quecksilber und Wißmuth erzeugt die Salpetersäure krystallisations- und verpuffungsfähige Salze; mit den meisten übrigen Metallen, z. B. dem Kupfer, Zinn, Eisen und Spießglaskönige giebt sie mehr Hitze und Aufwallen, entzieht ihnen mehr Brennbares und bildet blos zerfließbare Salze, welche sich zum Theil durch Absonderung der metallischen Kalke von selbst zersetzen.

Die Oele werden durch concentrirte Salpetersäure entzündet, durch verdünnte aber verdickt und in harzige oder seifenartige Gemische verwandlet. Mit dem Weingeiste vermischt sich diese Säure sehr leicht, verliert aber dadurch viel von ihrer sauren Beschaffenheit, und wird in den versüßten Salpetergeist (spiritus nitri dulcis) verwandlet. Im gehörigen Verhältniße und mit der nöthigen Vorsicht angestellt giebt die Vermischung des Weingeists und der Salpetersäure auch ohne Destillation den Salpeteräther.

Die Natur der Salpetersäure ist eben so dunkel, als das Wesen der übrigen Säuren. Die Erzeugungsart des Salpeters bewog die ältern Chymisten, diese Säure als einen in der Luft verbreiteten einfachen Stof zu betrachten, der sich nach und nach an die der Luft ausgesetzten Materien anhänge. Der jüngere Lemery (Mém. de Paris, 1717.) glaubte diesen Stof vielmehr in den thierischen und vegetabilischen Materien zu finden, ohne deren Gegenwart die Salpetererzeugung nie gelingt. Die ungemein starke Verwandschaft dieser Säure mit dem Brennbaren bewog Stahlen, sie für eine durch Verbindung mit phlogistischen Stoffen abgeänderte allgemeine Säure oder Vitriolsäure zu erklären,

und die Fäulniß für das Mittel zu halten, dessen sich die Natur bediene, um diese eigne Art von Verbindung zu bewirken. Diese Meinung ist von Stahl selbst (Schriften von der natürl. Erzeugung und Nutzbarkeit des Salpeters. Frf. und Leipz. 1734. 8.) und von Pietsch (Preisschr. von Erzeugung des Salpeters. Berlin, 1750. 4.) ausführlich vertheidiget worden. Eine von der pariser Akademie veranstaltete Sammlung (Recueil de mém. et d'obs. sur la formation et fabric. du Salpêtre. à Paris 1776. Sammlung von Nachrichten und Beob. über die Verf. des Salp. Dresd. 1778. 8.) enthält noch mehr Hypothesen über diesen Gegenstand, dergleichen auch Weber (Vollst. theor. u. prakt. Abhdl. von dem Salpeter. Tübingen, 1779. 8.) anführt.

Seit der Entdeckung der nitrösen Luft ist es streitig geworden, ob dieses Gas in der Salpetersäure, oder die letztere in jenem enthalten sey, s. Gas, salpeterartiges. Lavoisier hält nach seinem eignen System die Salpetersäure für zusammengesetzt aus Wasser, reiner Luft und dem eignen Stoffe des Salpetergas: Priestley hingegen nimmt das Gas für eine luftförmige Verbindung der Salpetersäure mit dem Phlogiston an, welches letztere die gemeine Meinung ist. Ich habe in dem ersterwähnten Artikel (Th. II. S. 417.) einige Gründe angeführt, welche gegen Lavoisier zu streiten scheinen. Daß man so häufig dephlogistisirte Luft aus dem Salpeter, ja auch aus seiner Säure entwickeln kan, ist noch kein Beweis, daß dieselbe, als Luft, in der Salpetersäure, vorhanden sey. Es läst sich auch so erklären, daß das Wasser des Salpeters in Luftform entwickelt, und wegen der starken Anziehung der Säure gegen das Brennbare nicht phlogistisirt werde, mithin als reine Luft erscheine.

Einige neuere Versuche von Cavendish, s. Gas, phlogistisirtes (Th. II. S. 409 u. f.) scheinen anzugeben, daß auch in der phlogistisirten Luft Salpetersäure enthalten sey. Wenn sich hiebey weder in den Stoffen, aus denen die Gasarten entbunden waren, noch in den zur Sperrung angewandten Materien Salpetersäure befunden hat, so ist

dies allerdiengs eine sehr unerwartete Entdeckung, die aber erst noch mehr Bestätigung bedarf, ehe man sich erlauben kan, Folgerungen daraus zu ziehen.

Macquer chymisches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Salpetersäure.

Gren systemat. Handb. der Chemie, Theil I. §. 819 u. f.

Salpetersaure Luft, s. Gas, salpeterartiges.

Salze, Salia, Sales, *Sels*. Diesen Namen führt eine eigne Hauptgattung der unorganischen oder mineralischen Körper, welche sich von den übrigen durch ihre Auflöslichkeit im Wasser und durch Erregung eines merklichen Geschmacks auf der Zunge unterscheidet. Das gemeine Salz oder Küchensalz (Sal commune, culinare), das zu Bereitung der Speisen gebraucht wird, gehört zu diesen Körpern, und hat zur Benennung derselben Anlaß gegeben. Inzwischen giebt es einige Körper, welche man ohngeachtet ihrer Auflöslichkeit im Wasser und ihres Geschmacks doch nicht eigentlich zu den Salzen rechnen kan. Dergleichen sind die gebrannte Kalkerde und verschiedene Gummi. Auch werden mehrere Körper blos vom heissen Wasser, oder in verschloßenen Gefäßen bey einer Hitze, die den Siedpunkt übersteiget, aufgelößt. Man muß aus diesem Grunde die Salze lieber so definiren, daß sie unentzündliche Stoffe sind, welche fein gepülvert zu ihrer Auflösung höchstens nur 200mal (nach Bergmann 500mal) soviel siedendes Wasser in ofnen Gefäßen erfordern, als ihr Gewicht beträgt, und auf der Zunge einen Geschmack erregen.

Die Auflöslichkeit der Salze im Wasser ist sehr verschieden. Von den mehresten löst siedendes Wasser mehr auf, als kälteres; andere löst es nur schneller, aber in nicht viel größerer Menge auf. Viele haben eine so starke Verwandschaft zum Wasser, daß sie sich nicht anders, als flüßig, darstellen lassen, und heissen daher stets flüßige Salze. Andere nehmen zwar eine trokne Gestalt an, ziehen aber die Feuchtigkeit der Luft so stark an sich, daß sie darinn zerfließen, und heissen zerfließbare Salze. Die meisten festen Salze schießen aus ihren Auflösungen in Was-

ſet durch Abdampfen oder Abkühlen in Kryſtallen an, die für jede Art Salz eine eigenthümliche Geſtalt haben, ſ. Kryſtalliſation.

Die Anzahl der verſchiedenen Stoffe, welche die Kennzeichen der Salze an ſich tragen, iſt ſo groß, daß man ſie bey weitem nicht alle kennt. Die wirkſamſten Salze beſitzen das Vermögen, auch andern ſonſt nicht ſalzartigen Stoffen die Eigenſchaften der Salze zu geben; und man findet daher viele Miſchungen, welche dieſe Eigenſchaften in höherm oder geringerm Grade nur durch ihre Vereinigung mit ſolchen, die an ſich Salze ſind, erhalten haben. Daher unterſcheidet Bergmann (Anm. zu Scheffers chymiſchen Vorleſ. §. 2.) die eigentlichen Salze von den analogiſchen.

Die eigentlichen Salze zerfallen in die beyden Hauptclaſſen der Säuren und Laugenſalze oder Alkalien, von deren beſondern Kennzeichen und Eigenſchaften eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handlen. Beyde Claſſen laſſen ſich als entgegeſetzt, oder als Antagoniſten von einander betrachten, indem das Hinzukommen der einen die beſondern Kennzeichen und Eigenſchaften der andern ſchwächt, und endlich beym Sättigungspunkte ganz aufhebt. Wenn z. B. die Lakmustinktur von einer Säure roth gefärbt worden iſt, ſo giebt ihr das Laugenſalz ihre urſprüngliche blaue Farbe wieder; der ſaure und ätzende Geſchmack der Säuren wird durch die Beymiſchung der Laugenſalze gemildert, ſo wie ſich der ſtechende urinöſe Geſchmack der letztern durch Beymiſchung der Säuren verliert u. ſ. w. Aus vollkommner Sättigung beyder Salzarten mit einander entſpringen neue zuſammengeſetzte Stoffe, welche nur noch die allgemeinen Kennzeichen der Salze an ſich tragen, die beſondern Eigenſchaften der Säuren und Alkalien aber ganz verlohren haben, ſ. Neutralſalze. Dieſe allgemeinen Geſetze der Säuren und Alkalien faſſen eine große Menge der verwickeltſten chymiſchen Erſcheinungen in ſich zuſammen. Sie ſind von den Vorgängern Bechers und Stahls in Deutſchland und Frankreich z. B. von Rollfink, Tachenius, Lemery zuerſt gehörig aus einander geſetzt und von Jacob Barner (Chymia philoſophica, Norib. 1690. 8.) in ein gutes Sy-

stem gebracht worden, welches viel Licht über die chymischen Versuche verbreitete, und auf den richtigen Weg zu weitern Untersuchungen führte.

Die mineralischen Säuren sind unter allen Salzen die wirksamsten, und äussern gegen andere Stoffe die stärksten Verwandschaften oder Anziehungen. Andere Säuren sind weit schwächer. Die Vitriolsäure z. B. hat einen äusserst sauren oder vielmehr ätzenden und zerfressenden Geschmack, bemächtigt sich der Feuchtigkeit sehr thätig und schnell, erhitzt sich mit dem Wasser in hohem Grade, und verbindet sich mit den meisten Stoffen innig und mit erstaunlicher Kraft. Die Weinsteinsäure hingegen hat einen blos säuerlichen Geschmack, ist in Wasser sehr schwer auflöslich und fast immer im troknen krystallinischen Zustande, geht auch mit andern Substanzen nur schwache und leicht zu trennende Verbindungen ein, so daß man diese beyden Stoffe kaum für Salze von einerley Classe halten sollte. Uebrigens ist die Anzahl der Säuren unbestimmt, und es werden immer noch mehrere entdeckt; die Laugensalze halten sich bey ihrer Anzahl.

Es giebt noch ausser den Laugensalzen gewisse Substanzen aus der Classe der **Erden**, mit welchen sich die Säuren verbinden, und dadurch analogische Salze bilden, welche die sauren Eigenschaften nicht mehr, oder nur in geringerm Grade, zeigen. Die hieraus entstandnen Mischungen führen den Namen der **Mittelsalze** oder der unvollkommnen, erdigten Salze. Ist die Erde, mit der sich eine Säure verbindet, eine eigentliche absorbirende oder säurebrechende Erde, so entsteht ein Mittelsalz mit einem erdigten Grundtheile; ist es eine metallische Erde oder ein Metallkalk, so wird ein Mittelsalz mit einem metallischen Grundtheile erzeugt, s. **Mittelsalze**.

Endlich entstehen auch analogische Salze aus Verbindungen mehrerer Neutral- und Mittelsalze untereinander selbst. Man trift dergleichen zum Theil von der Natur bereitet an, theils findet man sie bey den Zerlegungen der Körper, theils werden sie auch zu gewissen Absichten mit Vorsatz bereitet. Sie heissen auch zusammengesetzte drey-

fache oder vierfache Mittelsalze. So enthält das Alembrothsalz, welches aus ätzendem Sublimat und Salmiak besteht, zwar nur eine Säure, nemlich die Salzsäure, aber einen doppelten Grundtheil, nemlich den metallischen des Quecksilbers und das flüchtige Alkali. Das englische Purgirsalz hat zwo Säuren, nemlich Vitriol- und Salzsäure, aber nur einen Grundtheil, die Bittersalzerde. Der tartarisirte Borax hat zweyerley Säuren, die reine Weinsteinsäure und das Sedativsalz, und zwey Grundtheile, nemlich beyde fixe Laugensalze, in sich u. s. w.

Schon hieraus wird man übersehen, wie unendlich mannigfaltig die Anzahl und Verbindungsart der Salze sey, und mit wieviel Abwechselung sich diese Stoffe durch die ganze Natur verbreitet finden. Dennoch waren die Chymisten sonst geneigt, alle Salze überhaupt auf ein einziges zu bringen, und die übrigen blos als Abänderungen desselben anzusehen. Insbesondere hat Stahl (Beweis von den Salzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen, Halle, 1723. 8. zweyte Aufl. von J. Joach. Lange, Halle, 1765. 8.) die beyden Sätze zu behaupten gesucht, daß die Vitriolsäure die einzige an sich selbst und wesentlich salzartige Substanz sey, welche durch ihre Verbindung mit andern Stoffen alle übrige Salze bilde, und daß diese Säure selbst aus der innigen Verbindung von Erde und Wasser entstehe. Macquer bemüht sich sehr, diese beyden Sätze wahrscheinlich zu machen, und es ist nicht zu läugnen, daß man schwerlich auf eine andere Substanz, als auf die Vitriolsäure, fallen könnte, wenn man sich anders verstatten dürfte, ein allgemeines Salzwesen anzunehmen. Sie hat auch daher den Namen der allgemeinen Säure (acidum catholicum, primigenium) erhalten. Allein man hat noch nicht darthun können, daß sich irgend eine Salzart in eine andere verwandlen lasse, und die Erfahrungen, welche Pietsch (Preisschrift von Erzeugung des Salpeters, Berlin 1750. 4.) angeführt hat, beweisen nur Aehnlichkeit gewisser Salze, nicht Entstehung des einen aus dem andern. Was Stahls zweyten Satz von der Zusammensetzung der Salze aus Erde und Wasser

betrift, so gehört er eigentlich **Bechern** zu, der Erde und Wasser für die einzigen Grundstoffe aller Körper hielt, s. **Grundstoffe.** **Macquer** verbreitet sich darüber sehr ausführlich, und nennt diesen Lehrbegrif den besten, den man über die Salze habe, gesteht aber doch am Ende, die einzige daraus festzusetzende Wahrheit sey diese, daß Erde und Wasser zu der Mischung aller salzartigen Substanzen kommen, und diese Wahrheit scheine noch überdies sehr unvollkommen, seitdem man aus neuern Entdeckungen wisse, daß auch Luft und Gasarten Bestandtheile der Salze, und vorzüglich der Säuren, ausmachen. Andere z. B. **Lemery**, welche das Feuer als den Grund aller Aetzbarkeit ansahen, haben auch dieses Element zu den Bestandtheilen der Säuren und ätzenden Alkalien gerechnet, s. **Kausticität**; und noch andere haben ein eignes durch die ganze Natur verbreitetes **Salzwesen** (principium salinum) mit zu den ersten Grundstoffen gerechnet, s. **Grundstoffe.** Aber alles dies sind Hypothesen, die auf schwachen Gründen beruhen. Wir müssen uns bis jetzt begnügen, zu wissen, daß die eigentlichen Salze sehr einfache Stoffe sind, die sich zwar vielleicht noch weiter zerlegen lassen, von denen es aber unmöglich ist, die wahren Zusammensetzungen und Bestandtheile anzugeben.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Salz.
Gren System. Handb. der Chemie, I. Theil, §. 191 u. f.

Salzgeist, s. **Salzsäure.**

Salzsäure, Kochsalzsäure, Küchensalzsäure, Seesalzsäure, Seesäure. Acidum salis, Acidum salis communis s. culinaris, Acidum muriaticum, *Acide marin.* Dieser Name wird derjenigen eignen mineralischen Säure gegeben, welche einen Bestandtheil des gemeinen Küchensalzes, ingleichen des Seesalzes, ausmacht.

Wenn man auf das gewöhnliche Kochsalz Vitriolöl gießt, so entsteht sogleich Erhitzung mit Aufbrausen, indem sich die Vitriolsäure wegen ihrer stärkern Verwandschaft mit dem mineralischen Alkali des Salzes verbindet, und die da-

mit verbundene Säure in Gestalt häufiger weißgrauer Dämpfe frey macht, welche einen Safrangeruch verbreiten. Verrichtet man diese Operation in Destillirgefäßen, wo die Dämpfe aufgefangen und durch so wenig Wasser, als möglich, verdichtet werden, so erhält man aus ihnen eine concentrirte Salzsäure, welche insgemein den Namen des **rauchenden Salzgeists** (Spiritus salis fumans Glauberi, *Esprit de sel*) führt. **Glauber** hat dies Verfahren und den dadurch erhaltenen Salzgeist zuerst bekannt gemacht; auch heißt der Rückstand dieser Destillation, der natürlich eine Verbindung der Vitriolsäure mit dem Mineralalkali des Kochsalzes ist, noch bis jetzt **Glaubersalz** (Sal mirabile Glauberi).

Diese Destillation hat weit mehr Schwierigkeiten, als die des rauchenden Salpetergeists, s. **Salpetersäure**. Die äusserst flüchtigen Dämpfe der Salzsäure lassen sich schlechterdings ohne Wasser nicht verdichten; daher man entweder das Vitriolöl mit Wasser verdünnen oder, in der Vorlage etwas Wasser vorschlagen, auch das Vitriolöl nur nach und nach auf das Kochsalz tragen muß. Ueberdies ist eine geräumige Vorlage, eine feste und schon im Voraus geschehene Verwahrung der Fugen mit dem dichtesten Kütte, eine kalte Witterung und viel Behutsamkeit in Behandlung des Feuers nöthig. Man hat daher mehrere Methoden vorgeschlagen, unter denen sich die **woulfische** auszeichnet, nach welcher an den Schnabel der Retorte ein gekrümmtes Rohr angebracht wird, das in eine Flasche geht; aus dieser Flasche geht wieder ein anderes Rohr in eine zweyte Flasche u. s. w. und aus der letzten eines in die freye Luft. In den Flaschen wird Wasser vorgeschlagen, und so erhält man in der ersten den stärksten, in den folgenden schwächern Salzgeist.

Der rauchende Salzgeist hat gewöhnlich eine gelbe Farbe, die ihm jedoch nicht eigen zu seyn, sondern von den Eisentheilen des gebrauchten Salzes, oder auch vom Brennbaren des Vitriolöls oder des Kütts herzurühren scheint. Auch sein safranartiger Geruch entsteht vielleicht vom Eisen, wenigstens wird er durch mehr Eisen merklich verstärkt. Das ganz eigne des rauchenden Salzgeists sind die weißen

und nur bey Berührung der Luft sichtbaren Dämpfe, welche im Quecksilberapparat aufgefangen, eine eigne Gasart geben, die nichts anders, als eine Salzsäure in Luftgestalt, ist, s. Gas, salzsaures (Th. II. S. 421 u. f.). Wegen der nothwendigen Beymischung des Wassers kan man den Salzgeist nie so concentrirt, als den Salpetergeist oder das Vitriolöl, erhalten, und sein eigenthümliches Gewicht kömmt kaum auf 1,150 des Wassers.

Statt des Vitriolöls gebraucht man auch zu Ausscheidung der Säure aus dem Kochsalze andere Substanzen. Der gebrannte Vitriol giebt wegen seiner Eisentheile einen sehr unreinen Salzgeist. Man gebraucht daher lieber getrokneten und fein gepülverten Thon, womit man den vierten Theil getroknetes Kochsalz vermengt. Diese Destillationen geschehen eben so, wie die des Scheidewassers, im Großen, und geben eine weit schwächere Säure, den gemeinen Salzgeist (Spiritus salis communis).

Die Salzsäure entbindet sich eigentlich in Luftgestalt, die sie aber bey Berührung der atmosphärischen Luft augenblicklich verliert, und sich in weißgrauen Dampf verwandelt. Die Mittel, sie in Luftgestalt aufzufangen, sind bey dem Worte Gas, salzsaures angeführt zu finden. Das Wasser verschluckt dieses Gas augenblicklich, und die Sättigung desselben mit vorherbereitetem salzsauren Gas ist die leichteste Methode, einen sehr concentrirten Salzgeist zu erhalten.

In der bisher beschriebenen Gestalt des Salzgeists wirkt die Salzsäure auf andere Körper weit schwächer, als die Vitriol- und Salpetersäure, und zeigt besonders eine entschiedene Schwierigkeit, sich mit dem Brennbaren zu verbinden, welche der Natur der Säuren ganz entgegen zu seyn scheint, und noch vor kurzem eine sehr räthselhafte Erscheinung war. Aus dem folgenden Artikel aber wird erhellen, daß diese gewöhnliche Salzsäure selbst eine große Menge Brennbares bey sich führt, oder eine phlogistisirte Salzsäure ist, daß sie dies sogar nothwendig seyn muß, wenn sie in tropfbarer Gestalt erscheinen soll. Da also in dieser Gestalt ihre Auflösungskraft gegen das Phlogiston schon größten-

theils befriediget oder gesättiget ist, so kan sie freylich nicht so stark, als die andern mineralischen Säuren, auf brennbare Substanzen wirken. Ganz anders verhält sie sich, wenn sie vom Phlogiston entlediget worden ist, s. **Salzsäure, dephlogistisirte.** Inzwischen müssen auch ihre Wirkungen im phlogistisirten Zustande, in welchem sie häufiger gebraucht wird, angeführt werden.

Sie hat in diesem Zustande alle Eigenschaften der Säuren, jedoch in einem gemäßigtern Grade. Sie verbindet sich leicht mit den drey Laugensalzen, und bildet mit dem mineralischen das gemeine **Küchensalz**, mit dem vegetabilischen das minder angenehm schmeckende **Digestiv-** oder **Fiebersalz des Sylvius**, mit dem flüchtigen den **Salmiak**. Das Vitriolöl und der rauchende Salpetergeist zersetzen diese Salze wieder, daher man auch aus Salmiak vermittelst der Vitriolsäure, und aus Kochsalz vermittelst der Salpetersäure einen gewöhnlichen Salzgeist destilliren kan.

Die säurebrechenden Erden werden durch die Salzsäure leicht und mit einem Ausbrausen aufgelöset, weil dabey ihre Luftsäure frey wird. Die Kalkerde giebt, mit Salzsäure gesättigt, das sehr bittere und leicht zerfließbare **Kalksalz**, das an der Luft zerfloßen **Kalköl** genannt wird, und sich von Natur im Meerwasser, auch in verschiedenen Quellen und Salzsolen findet. Mit den übrigen absorbirenden Erden bildet sie das Bitterkochsalz, das Thonsalz und das schwererdige Kochsalz. Aber in allen diesen Mittelsalzen ist ihre Verbindung mit dem Grundtheile nur schwach, und läst sich selbst durch andere Mittel- oder Neutralsalze wieder trennen. Die wechselseitigen Zersetzungen und neuen Verbindungen der kochsalzigen Mittelsalze mit den vitriolischen und Salpetersalzen machen einen eignen und ziemlich verwickelten Theil der Lehre von den Salzen aus, welcher besondere Erscheinungen zeigt, und zu manchen für die Ausübung brauchbaren Bereitungsarten Anlaß giebt.

Die Zersetzung des Kalksalzes durch die milden fixen Laugensalze zeigt eine Erscheinung, die man sonst das chy-

mische Wunderwerk nannte, da durch Zusammengießen zweener Liquoren eine gallertartige Gerinnung und endlich ein fester Körper entsteht, und aller Liquor verschwindet. Wenn nemlich Kalksalz und ein mildes Laugensalz in so wenig Wasser, als möglich, aufgelöset und im gehörigen Verhältniße vermischt werden, so verbindet sich die Luftsäure des milden Alkali mit der Kalkerde zu einem rohen Kalke, s. Kalk; und das Laugensalz selbst bildet mit der Salzsäure ein Kochsalz oder Digestivsalz, je nachdem es das mineralische oder vegetabilische ist. Diese neuen Verbindungen sind weit weniger auflöslich, als die vermischten Stoffe; sie saugen also das Wasser ein, ohne daß es ihre Consistenz hindert, und so erscheint ein festes Gemisch aus salziger Kalkerde.

Die Metalle löset die Salzsäure weit schwerer, als die andern mineralischen Säuren, auf. Aber die Ursache hievon ist blos ihre Sättigung mit dem Brennbaren. Denn man kan sie mit dem Silber und Quecksilber durch Cementation, oder durch Niederschlagung dieser Metalle aus ihrer Auflösung in Salpetersäure sehr leicht verbinden, weil bey diesen Operationen den Metallen ihr Phlogiston entzogen wird oder bereits entzogen ist. Dies zeigt doch, daß sie mit den metallischen Erden des Silbers und Quecksilbers sogar mehr Verwandschaft, als die Salpetersäure, hat. Mit dem Silber bildet sie auf diese Art ein weisses Salz, das im Feuer zu einer braunen hornartigen Masse, dem Hornsilber (luna cornua) schmelzt.

Gold und Platina löset sie allein gar nicht, in Verbindung mit der Salpetersäure aber sehr gut auf, s. Königswasser. Zinn, Bley, Kupfer, Eisen, Zink und Wißmuth löset sie ziemlich leicht, den Spießglaskönig aber schwerer auf, und bildet mit dem Bley das Hornbley, mit dem Spießglaskönig (welchen man hiezu mit Quecksilbersublimat destilliren muß) die Spießglasbutter. Die Auflösungen der Metalle in ihr erfolgen mit weit weniger Hitze und Aufbrausen, wobey sich brennbare Luft entwickelt, und geben meistentheils krystallisirungsfähige Salze. Mit denjenigen Metallen aber, welche sie am schwersten auflöset, verbindet sie sich nachher am innigsten, verflüchtiget dieselben mit sich

zugleich beym Destilliren und Sublimiren, und bildet damit sehr scharfe und ätzende Salze, wovon der ätzende Quecksilbersublimat und die Spießglasbutter Beyspiele sind. Bey den meisten dieser Auflösungen steigt ein besonderer knoblauchartiger Geruch auf, der sonst auch dem Arsenik und Harnphosphorus eigen ist. Alle diese der Salzsäure eignen Erscheinungen hängen von dem Phlogiston ab, das sie so häufig bey sich führt, und daher den Metallen nicht so stark entziehen kan, als es die übrigen Säuren thun, bis sie bey den Operationen selbst ganz oder zum Theil davon befreyt wird.

Eben dieses Brennbaren wegen verbindet sie sich auch schwer mit den Oelen. Mit Weingeist vermischt und destillirt giebt sie den **versüßten Salzgeist** (Spiritus salis dulcis). Den **Salzäther** bereitete zuerst **Baume** durch Vermischung der Dämpfe der Salzsäure mit Dämpfen des Weingeists, welches Verfahren **Woulfe** verbesserte; der Marquis de Courtenvaux aber verfertigte ihn noch leichter, indem er den Weingeist mit Libavs rauchendem Spiritus destillirte, welcher aus einer sehr concentrirten Salzsäure mit einer ziemlichen Menge Zinn verbunden, besteht.

Die besondern Erscheinungen der Salzsäure in ihrer gewöhnlichen tropfbaren Gestalt haben die Chymiker ungemein beschäftiget. **Becher** schrieb dieselben einem eignen Grundstoffe zu, den er die **Merkurialerde** nannte, und der nach seiner Meinung sowohl in der Salzsäure, als auch in gewissen Metallen, in vorzüglicher Menge vorhanden seyn, und das Verbindungsmittel zwischen ihnen und der Salzsäure ausmachen sollte. Aus dieser Merkurialerde erklärte man auch die Leichtflüßigkeit des Hornsilbers, Hornbleys und anderer mit der Salzsäure verbundenen Metalle. **Stahl** aber schränkt sich blos auf den Wunsch ein, es möchte das Daseyn dieser Merkurialerde eben so gut erwiesen seyn, als das Daseyn des Brennbaren. Dennoch glaubt er, es lasse sich die Vitriolsäure in Salzsäure verwandlen, ob er sich gleich über die Mittel dazu nirgends erklärt. **Pott** behauptete, man könne der Salzsäure durch Verbindung mit Eisen die Eigenschaften der Salpetersäure geben; aber

die Versuche, weche de Machy und der Duc d'Ayen in dieser Absicht anstellten, waren eben so vergeblich, als Marggrafs Bemühungen, die Salzsäure mit dem Brennbaren zu einem Phosphorus zu verbinden.

Man sahe überhaupt die Sache von einer falschen Seite an. Die große Verwandschaft der Salpetersäure gegen das Brennbare, welche eher einen Mangel des letztern voraussetzt, hielt man für einen Beweis seiner Gegenwart in dieser Säure; und aus der Abneigung der Salzsäure gegen Verbindungen mit Brennbarem schloß man, daß ihr das Phlogiston fehle, und daß sie sich durch eine schickliche Verbindung damit in Salpetersäure verwandlen würde. Endlich zeigte die Entdeckung, von welcher im folgenden Artikel gehandlet wird, daß sich die Sache gerade umgekehrt verhalte, und daß der gewöhnliche Salzgeist vielmehr eine mit vielem Brennbaren verbundene oder phlogistisirte Salzsäure sey.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Salzsäure.
Gren systemat. Handbuch der Chemie, I. Theil, §. 915 u. f.

Salzsäure, dephlogistisirte, Acidum salis dephlogisticatum, *Acide marin déphlogistiqué*. Die Salzsäure, welche nach ihrer gewöhnlichen Gestalt und nach ihren Wirkungen in derselben, im vorigen Artikel beschrieben worden ist, läßt sich das brennbare Wesen durch solche Stoffe entziehen, welche mit dem Phlogiston näher verwandt sind. Sie erscheint aber alsdann in Dampfgestalt, und heißt in derselben dephlogistisirte Salzsäure.

Diese Entdeckung, welche soviel Licht über das Verhalten der Salzsäure verbreitet hat, ist die Chymie Herrn Scheele (Vom Braunstein und dessen Eigenschaften, in den schwedischen Abhandl. vom J. 1774. S. 89 u. f. auch in Crells neusten Entdeck. in der Ch. Th. I. S. 126 u. f.) schuldig. Die Versuche dieses Gelehrten zeigen, daß die gewöhnliche Salzsäure das Brennbare schon als einen Bestandtheil in ihrer Grundmischung enthalte, daß eben dies die Ursache der Schwierigkeit ihrer Verbindung mit noch mehrerm Brennbaren sey, daß man ihr dieses Brennbare

entziehen oder sie dephlogistisiren, und endlich die dephlogistisirte Salzsäure durch die Wiedergabe des Brennbaren zu einer gewöhnlichen wiederherstellen könne.

Wenn man auf 1 Theil gepülverten Braunstein 3 Theile von einem starken rauchenden Salpetergeiste in eine gläserne Retorte gießt, in deren geräumiger Vorlage nur etwa 2 Quentchen warmes Wasser vorgeschlagen sind, die Fugen nicht verklebt, sondern nur mit Löschpapier umwickelt, und das Ganze in ein gewärmtes Sandbad setzt, so ist die Vorlage in einer Viertelstunde mit einem gelben Dampfe erfüllt. Man nimmt sie alsdann ab, verstopft sie genau, und legt eine neue vor, bis sich auch diese angefüllt hat. Die dabey mit aufsteigenden Dämpfe der gemeinen Salzsäure verbinden sich sogleich mit dem vorgeschlagnen Wasser und bilden damit einen gewöhnlichen Salzgeist. Die gelbe dampfförmige Materie aber ist die dephlogistisirte Salzsäure, die sich nicht gleich mit dem warmen Wasser verbindet, und am besten in Gläsern mit eingeschliffenen mit Gyps verwahrten Stöpseln aufgehoben werden kan.

Es erfolgt hiebey eine Auflösung des Braunsteins, welche anfänglich eine rothgelbe oder braunrothe Farbe hat, durch die Wärme aber in ein Aufbrausen geräth, wobey sich das Brennbare der Salzsäure mit dem Braunsteine verbindet. Die aufsteigende Säure hat einen höchst stechenden den Lungen schädlichen Geruch, und verfliegt bey Berührung der gemeinen Luft gänzlich.

Man kan sich bey Auffangung dieser Säure, wie Karsten (Phys. chemische Abhdl. Heft I. S. 206.) gezeigt hat, mit noch mehrerm Vortheile des gewöhnlichen pnevmatisch-chymischen Apparats bedienen, wie bey allen Entbindungen der Gasarten. Das Wasser der Wanne muß gewärmt seyn, und absorbirt alsdann die mit übergehenden Dämpfe der gemeinen Salzsäure augenblicklich. Die zuerst aufsteigende atmosphärische Luft aus dem Halse und obern Theile der Retorte läst man in das Zimmer gehen, bis die gelben Blasen erscheinen.

Diese dephlogistisirte Salzsäure zerstört die Farbe der blauen Pflanzensäfte und überhaupt alle Pflanzenfarben gänz-

lich. Lakmuspapier und Blumen werden darinn in kurzer Zeit weiß, und die Laugensalze können ihre Farben nicht wiederherstellen. Brennende Kerzen verlöschen darinn, und Insecten werden augenblicklich getödtet. Die ausgepreßten Oele und Fettigkeiten verdickt sie fast augenblicklich zu Harzen, den Zinnober zersetzt sie, und überzieht seine Oberfläche mit einem ätzenden Sublimat; den Schwefel aber verändert sie gar nicht. Mit den Laugensalzen und Erden bildet sie eben die Neutral- und Mittelsalze, welche die gemeine Salzsäure mit ihnen erzeugt. Das Kalkwasser trübt sie nicht, sondern verwandelt es in eine Auflösung von Kalksalz.

Auf brennbare Körper wirkt sie mit vieler Kraft, und wird dadurch zu gemeiner Salzsäure mit Verlust der Dampfgestalt und gelben Farbe. Mit dem vitriolsauren Gas wird sie beträchtlich vermindert; noch stärker unter Erhitzung und feuerrothen Dämpfen mit der nitrösen Luft. Aus dem hepatischen Gas schlägt sie Schwefel nieder, und mit dem flüchtigalkalischen oder urinösen Gas erzeugt sie eben so, wie die salzsaure Luft, eine weiße Wolke und eine Gerinnung, welche wahrer Salmiak ist, s. **Gas, laugenartiges** (Th. II. S. 392.). Phosphorus entzündet sich darinn von selbst, und verbrennt, obgleich sonst die Flammen in dieser Säure verlöschen. Vom Wasser wird sie nach und nach eingesogen, jedoch vom heissen weniger, als vom kalten. Das damit imprägnirte Wasser hat eben den Geruch und eben die Wirkungen, wie die Säure selbst.

Sie greift alle Metalle, und selbst diejenigen an, die sich ohne vorhergehende Auflösung oder Verkalkung mit der gemeinen Salzsäure nicht verbinden lassen. Daher dient weder Quecksilber noch Wasser zu ihrer Sperrung, und man muß sie in gläsernen Gefäßen mit Glasstöpseln aufbewahren, weil sie die Korkstöpsel anfrißt und dadurch phlogistisirt wird. Dies sind die vornehmsten Resultate von Scheelens Versuchen, welche nachher von **Bergmann** (Opusc. phys. chem. Vol. III. p. 353.), **Hallisch** (Progr. de acido salis eiusque dephlogisticatione, Lips. 1782. 4. übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturgesch. III B. 1 St. S.

49 u. f.), Hermbstädt (Analytische Unters. über die Natur der dephlog. Salzs. in s. Physik. chem. Vers. u. Beob. B. I. S. 165.) u. a. wiederholt und bestätiget worden sind.

Hieraus erklärt sich nun die Abneigung der gemeinen oder phlogistisirten Salzsäure gegen das Brennbare sehr leicht. Man sieht, warum sich das Gold in Königswasser so leicht auflöset, weil nemlich der Salzsäure (welche das eigentliche Auflösungsmittel des Goldes ist) ihr Brennbares durch die Salpetersäure entzogen wird, und warum die gemeine Salzsäure, welche Quecksilber und Silber für sich nicht angreift, diese Metalle dennoch aus ihren Auflösungen in Vitriol- und Salpetersäure niederschlägt.

Die Salzsäure an sich ist also nach den Wirkungen zu beurtheilen, die sie im dephlogistisirten Zustande hervorbringt. Hier ist sie höchst wirksam, und scheint sich mit dem Wärmestof so innig zu verbinden, daß sie nur als elastischer Dampf erscheint, und nicht eher tropfbar wird, als bis sie Phlogiston genug an sich genommen hat, wodurch sie nach Crawford's System gebundnen Wärmestof verlieren muß. Unter die Gasarten kan man sie dennoch nicht zählen, theils wegen ihrer Farbe und Sichtbarkeit, theils, weil sie nach der Beobachtung der Herren Karsten und Gren sich durch die Kälte verdichtet, und zu kleinen gelben Krystallen anschießt, wodurch in dem Gefäße, darinn man sie aufbewahrt, ein luftleerer Raum entsteht. Sie ist also nur ein elastischer dem luftförmigen Zustande nahe kommender Dampf. Durch das Freywerden der Wärme, welche ihr diese Dampfgestalt gab, entsteht auch die Erhitzung, wenn sie mit der Salpeterluft vermischt und dadurch dieser Gestalt beraubt wird.

Nach dem antiphlogistischen System, wo freylich diese Begriffe nicht statt finden, wird sie von Fourcroy (Leçons elém. de Chimie, Paris 1782. 8. To. II. p. 20.) für eine Verbindung des Salzgeistes mit der dephlogistisirten Luft des Braunsteins angenommen. Dieser Meinung stimmt auch Hermbstädt bey, und führt das Verbrennen des Phosphorus in ihr zum Beweise an. Herr Gren erinnert dagegen, daß man immer noch die vorige Salzsäure aus

demjenigen Braunstein erhalte, aus welchem man schon die dephlogistisirte Luft entbunden hat, daß dephlogistisirte und salzsaure Luft keinesweges dephlogistisirte Salzsäure geben, und daß das Verbrennen nicht schlechterdings reine Luft, sondern nur überhaupt ein schickliches Auflösungsmittel des Brennbaren erfordere.

Der ätzende Quecksilbersublimat und das Königswasser wirken gröstentheils durch eine wahre dephlogistisirte Salzsäure. So greift der Sublimat die Metalle an, von denen ein Theil ihres Brennbaren mit dem Quecksilberkalke (der es ungemein stark anzieht) verbunden wird, und ein wieder hergestelltes Quecksilber bildet. Auch etwas zerriebener Braunstein in gemeinem Salzgeist aufgelöset, thut in manchen Fällen die Dienste einer dephlogistisirten Salzsäure.

Leonhardi Zus. zu Macquer chym. Wörterb. Art. Salzsäure, dephlogistisirte.

Gren systemat. Handbuch der Chemie, Th. I. §. 990 u. f.

Salzsaure Luft, s. Gas, salzsaures.

Salzprobe, Salzspindel, Salzwage, s. Aräometer.

Sand, Arena, *Sable*. Mit diesem Namen belegt man alle Arten von Steinen, die in sehr kleine Theile zertrennt sind, und angehäuft bey einander liegen. Es giebt also soviel Arten von Sand, als Arten von Steinen, und noch mehrere, die aus Gemengen von mehrern verschiedenen Steinarten bestehen. Man hat kalkartigen, kiesichten, glimmerartigen, thonichten Sand, Muschelsand aus Trümmern von Schalthieren, metallhaltigen Sand u. s. w. In der Chymie wird unter diesem Namen gewöhnlich der Sand der härtern oder kieselartigen Steine verstanden, welcher sich länger in größern Theilen oder Körnern erhält, da hingegen die mürben Steine nach und nach in so kleine Theile zerfallen, daß ihre Anhäufungen mehr der Erde oder dem Staube, als dem Sande, gleichen.

Man findet auf der Oberfläche der Erde und beym Graben in gewissen Tiefen überall ganze Schichten oder La-

ger von Sand, welche durch Bodensätze des ehemals über diesen Orten gestandenen Meeres entstanden zu seyn scheinen, und in den Flötzgebirgen mit Schichten von andern Materien abwechseln. Die auf der Oberfläche vom Meere zurückgelassenen Sandmengen sind an manchen Orten durch den Wind und andere lokale Ursachen zu ganzen Hügeln aufgehäuft. Durch eindringende Feuchtigkeit und andere Bindungsmittel, s. **Versteinerung, Cohäsion**, ist der Sand in Schichten sowohl, als in Hügeln, häufig in **Sandstein** (lapis arenaceus, *Grès*) vereiniget, daher auch die aufgesetzten Berge der dritten Ordnung, s. **Berge**, großentheils aus Sandsteinschichten bestehen. Dieser Sandstein, von dem man zum Bauen, Schleifen ꝛc. so häufigen Gebrauch macht, ist nach Beschaffenheit des Sandes, aus dem er entstand, von verschiedner Art. Es giebt vollkommen glasachtige Sandsteine von mancherley Graden der Härte und Feinheit des Korns; man hat aber auch kalkartige, oder doch durch Kalkerde verbundene, die mit den Säuren brausen.

Der noch lockere unverbundene Sand findet sich ebenfalls mit sehr verschiedner Feinheit der Körner, in und auf der Erde, auf dem Boden und an den Ufern der Flüße und des Meeres, wo er durch die Wellen oder durch die Fluth häufig ausgeworfen und zurückgelassen wird. Der gröbere Sand oder uneigentlich sogenannte Kies (*sable pierreux*) besteht aus abgerundeten Trümmern von Quarz, Kiesel, Feldspath, Granit u. dgl. Den feinsten nennt man **Staubsand** (Glarea, *Sablon*) oder **Flugsand** (*Sable volant*). Auf dem Boden der Flüße ist er oft so fein, daß das Wasser mit ihm eine breyartige Masse, den Triebsand, bildet, der den Badenden so gefährlich ist, weil es unmöglich fällt, darinn festen Fuß zu fassen. Von eben dieser Art ist auf dem Troknen der feine und brennend heisse Sand in Nordamerika, ingleichen in Syrien und den arabischen Wüsten, in welchen nach den Nachrichten einiger Schriftsteller ganze Caravanen untergegangen seyn sollen. An den Ufern des Meeres häufen Wellen und Winde den feinen Sand zu ansehnlichen Hügeln auf, welche **Dünen** genannt werden.

Aus dem Sande des Meeres bilden die Ströme und Wellen die **Sandbänke**, an welchen die Schiffe stranden.

Man gebraucht den Sand vornehmlich bey solchen chymischen Arbeiten, wo es nöthig ist, der Wirksamkeit gewisser Materien viel Oberfläche, oder was eben soviel ist, eine Menge von Berührungspunkten darzubieten. In dieser Absicht wird er zu Bereitung des Mörtels mit gelöschtem Kalk, zu Verfertigung des Glases mit Asche oder fixen Laugensalzen, zum Ziegelbrennen und zu Bereitung der Fayence mit Leimen oder Thon vermischt. Ausserdem dient der feine Sand, um Gefäße darinn zu erhitzen, welche Art, die Hitze anzubringen, das **Sandbad** genannt wird, zu Formen bey Gußwerken, wozu er mit Wasser und Essig eingerührt wird, zu Austroknung und Abhaltung der Luft von Pflanzen, die man aufbewahren will, zu Verbesserung des sumpfigen und torfigen Bodens, zum Scheuren und Reinigen der Oberflächen der Körper u. s. w.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Sand. *Sigaud de la Fond* Dict. de physique art. *Sable.*

Satelliten, s. Nebenplaneten.

Saturn, Saturnus, *Saturne.* Dies ist der Name eines von den sechs Sternen, welche ihre Stelle unter den Fixsternen täglich ändern, und deswegen Irrsterne oder Planeten heissen, s. **Planeten**. Saturn zeigt sich als ein ziemlich kenntlicher Stern mit einem bleichen, etwas ins röthliche spielenden, Lichte, das an Stärke, selbst wenn er der Sonne gegenüber steht, und am hellsten scheint, die Fixsterne erster Größe nur wenig übertrift. Unter den übrigen Sternen rückt er von Abend gegen Morgen so fort, daß er, wenn er bey der Sonne steht, am schnellsten geht, wenn er aber derselben fast gegenüber gesehen wird, stillsteht, und dann auf 130 Tage lang zurückgeht. Mit diesen Abwechselungen seines scheinbaren Laufs vollendet er den Umlauf um den ganzen Himmel erst in ohngefähr dreyßig Jahren. Seine wahre Bewegung aber ist hievon sehr unterschieden.

Nach den Lehren der theorischen Astronomie gehört Saturn zu den obern Planeten, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn umschließen. Er ist in der Ordnung, von der Sonne aus gerechnet, der sechste Planet, und war noch vor kurzem der letzte oder äusserste bekannte im Sonnensystem, bis Herschel den noch entferntern Uranus entdekte. Seine Bahn um die Sonne ist elliptisch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 2° 30′ 20″.

Die Eccentricität der Saturnsbahn ist nicht sehr beträchtlich. Sein gröster Abstand von der Sonne verhält sich zum kleinsten fast, wie 10 zu 9. Im mittlern Abstande ist er von der Sonne 9,54mal weiter, als die Erde, entfernt. Man kan sich also seine Bahn ohne merklichen Fehler als einen Kreis um die Sonne vorstellen, dessen Halbmesser 9½mal größer ist, als der Halbmesser der Erdbahn.

Diese Bahn durchläuft Saturn in 10749 Tagen 7 St. 21 Min. 50 Sec. oder in ohngefähr 29 gemeinen Jahren, 164¼ Tagen, so, daß er im Durchschnitte jährlich 12° 13′ 32″ und täglich 2′ 0″ 35‴ seines Kreises zurücklegt. Vergleicht man hiemit die Größe dieses Kreises, so läst sich berechnen, daß er in jeder Zeitsecunde 2¼ Stunden Weges durchläuft.

Vermuthlich dreht sich dieser Planet auch um seine Axe, ob man gleich wegen seiner großen Entfernung von uns noch keine Flecken auf ihm hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung sich diese Umdrehung erweisen und ihre Geschwindigkeit bestimmen ließe.

Saturn zeigt das besondere Phänomen, daß ihn ein breiter von seiner Kugel ganz abgesonderter Ring oder Reif umgiebt, von welchem der folgende Artikel umständlicher handelt. Der Durchmesser dieses Rings ist von dem scheinbaren Durchmesser der Saturnskugel selbst zu unterscheiden. Der leztere zeigt sich uns allemal sehr klein, und beträgt in der Erdnähe, wenn der Planet der Sonne gegen über steht, fast 20″, in den mittlern Weiten nur 18″. In derjenigen Entfernung, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, würde er 9,54mal größer, mithin unter einem Winkel

von 2′ 51″,7 erscheinen. Da nun in eben dieser Weite der Durchmesser der Sonne 31′ 57″, d. i. fast 11⅛mal, größer erscheint, so folgt, daß Saturn im Durchmesser fast 11⅛mal kleiner, als die Sonne, mithin über 10mal (genauer 10,1 mal) größer, als die Erde, sey.

Sein körperlicher Raum ist demnach 1030mal so groß, als der Inbegrif der Erdkugel. Durch die beym Worte **Gravitation** erklärten Schlüße findet man, daß Körper in gleicher Entfernung 107mal stärker gegen den Saturn gravitiren, als gegen die Erde, und daß er also 107mal mehr Masse, als die leztere, hat. Mithin ist seine Dichte nur $\frac{107}{1030}$ oder etwas über $\frac{1}{10}$ von der Dichtigkeit der Erde, und die schweren Körper fallen auf seiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{107}{10,1^2} \cdot 15$, d. i. ohngefähr durch 15,73 Fuß. Es sind aber diese Bestimmungen aus der Gravitation der Saturnsmonden gezogen, welche ohne Zweifel nicht allein gegen die Kugel des Planeten, sondern auch gegen die Masse des Ringes, schwer sind; daher man den Resultaten keine große Zuverläßigkeit beylegen kan.

Theilt man den mittlern Abstand der Erde von der Sonne (welcher etwa 12000 Erddurchmessern gleich ist) in 1000 Theile, so ist Saturn in der Sonnennähe um 9007, und in der Sonnenferne um 10071 solcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinster Abstand von uns, wenn er der Sonne entgegengesezt und zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist, kan 9007 — 1017 = 7990 solcher Theile; sein gröster Abstand hingegen, wenn er bey der Sonne gesehen wird, und in der Sonnenferne die Erde aber auch in der Sonnenferne ist, kan 10071 + 1017 = 11088 Theile betragen. Saturns kleinsten Abstand von uns verhält sich also zum grösten fast, wie 8 zu 11, daher sich auch sein scheinbarer Durchmesser nur wenig ändert.

Sein mittlerer Abstand macht 9539 Theile, oder 114468 Erddurchmesser aus.

Da Saturn von aussen um die ganze Erdbahn umläuft, also nie zwischen Sonne und Erde kömmt, auch alle-

zeit fast zehnmal weiter von uns absteht als die Sonne, so wendet er niemals einen Theil seiner dunkeln Seite gegen uns, und man kan an seiner Scheibe kein Ab- und Zunehmen bemerken. Dennoch beweisen andere Erscheinungen, z. B. die Verfinsterungen seiner Monden, und der auf ihm sichtbare Schatten des Ringes, daß er an sich ein dunkler Körper sey, und blos von der Sonne erleuchtet werde.

Den Saturn begleiten fünf (nach Herschels neuster Entdeckung sieben) kleine um ihn laufende Sterne, welche seine **Trabanten** oder **Monden** genannt werden, s. **Nebenplaneten** (und von den neuentdeckten den Art. **Saturnsmonden**).

Von Flecken auf seiner Oberfläche hat man wegen seiner Entfernung und seines blassen Lichts bis jetzt noch keine zuverläßigen Beobachtungen. **Messier** (Mém. de Paris 1777.) nahm 1776 einen dunkeln Streifen auf derselben wahr.

Die Astronomen bezeichnen diesen Planeten mit ♄.

Bode Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Saturnsmonden, Saturnstrabanten, Satellites Saturni, *Satellites de Saturne.* Ich habe bereits in dem Artikel **Nebenplaneten** von den fünf bisher bekannten Begleitern des Saturns das Nöthige beygebracht. Aber eine Entdeckung, die erst seit dem Abdrucke jenes Artikels bekannt worden ist, veranlasset hier noch folgenden Zusatz.

Es hat Herr **Herschel** durch sein 40schuhiges Spiegelteleskop, ausser den fünf bekannten, am 28 August 1789 noch einen sechsten, und am 17 September darauf einen siebenten Saturnsmond gesehen. Diese beyden stehen zunächst am Saturn, und werden also nunmehr, in der gewöhnlichen Ordnung gezählt, der erste und zweyte. Die Umlaufszeit des ersten hat er auf 23 Stunden 45 Min., die des zweyten auf 32 Stunden 50 Min. bestimmt.

Gothaische gelehrte Zeitungen 103 Stück vom 26 Dec. 1789. aus einem Briefe des Herrn Grafen von Brühl vom 6 Nov. 1789.

Saturnsring, Annulus Saturni, *Anneau de Saturne.* Diese besondere und in ihrer Art einzige Erscheinung besteht darinn, daß man den Saturn von einem dünnen flachen Ringe umgeben sieht, der nirgends mit der Kugel des Planeten zusammenhängt, und gegen die Ekliptik stark geneigt ist. Taf. XXI. Fig. 123. zeigt ohngefähr, wie sich dieses Phänomen zu der Zeit darstellt, wenn Saturn von der Erde aus in den Zeichen der Zwillinge und des Schützen gesehen wird. In den Zeichen der Jungfrau und der Fische verschwindet die Erscheinung, welches alle 15 Jahre einmal geschehen muß, weil Saturn in diesem Zeitraume gerade 180 Grad oder 6 Zeichen weit fortgehrt, mithin allemal aus einem dieser Zeichen in das andere kömmt.

Ohne Fernröhre würde man hievon gar keine Kenntniß haben, weil der Ring viel zu klein ist, um vom bloßen Auge bemerkt zu werden. Aber schon 1610, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, bemerkte **Galilei** (Epistolae de iis, quae post edit. nuncii siderii ope perspicilli nova et admiranda in coelo deprehensa sunt, praemissae Dioptricae *Kepleri.* Aug. Vind. 1611. 4.) die wunderbare Gestalt des Saturns, die er **dreyfach** nennt (apparuit *tergeminus*, vel *tricorporeus*, figura oblonga, ut utrique lateri duo comites adhaerere viderentur); weil er aber nachher, als der Ring verschwunden war, den Saturn völlig rund erblickte, verfolgte er diese Beobachtung nicht weiter. **Gassendi** sahe 1640 diese Erscheinung wieder. Noch mehr Beobachtungen hievon führt **Riccioli** (Almag. nov. p. 487. Astron. reformata L. X. cap. 9.) an; er selbst und **Grimaldi** sahen den Saturn gleichsam mit Henkeln versehen (ansis instructum). **Hevel** (Diss. de nativa Saturni facie. Gedan. 1656. fol.), der sich weit längerer Fernröhre bediente, beobachtete die ganze Erscheinung und ihre 15jährige periodische Abwechselung genauer, setzte auch verschiedene Phasen mit besondern Namen fest, ohne jedoch die Ursache derselben erklären zu können.

Endlich fand **Huygens**, der um das Jahr 1655 den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge betrachtete,

daß sich alles erklären lasse, wenn man einen breiten mitten um die Kugel des Saturns in einem gewissen Abstande concentrisch herumgehenden Ring annehme, der eine beständig parallele Richtung nach einerley Gegend des Himmels hinaus behalte, und von der Sonne erleuchtet werde. Er erklärt hieraus alle Erscheinungen des Saturns mit ihren Abwechselungen (Systema Saturnium in *Chr. Hugenii* Opp. To. III. ingl. Cosmotheor. L. II. §. 17.), und die Beobachtungen aller neuern Astronomen haben diese Erklärung vollkommen bestätiget und noch genauer bestimmt. Maraldi (Mém. de Paris 1715. 1716.) hat viele Beobachtungen dieses Saturnsrings angestellt, und Heinsius (De apparentiis annuli Saturni. Lips. 1745. 4.) giebt eine Theorie seiner Erscheinungen.

Man sieht den Ring des Saturns schon durch mittelmäßige Fernröhre, und die gemeinen von 12 Fuß oder gleichviel vergrößernde achromatische und Spiegelteleskope stellen ihn sehr deutlich dar. Seine Gestalt ist mehrentheils elliptisch, weil wir schief gegen die Ebne seiner Oberfläche sehen, und sein Durchmesser verhält sich zum Durchmesser der Saturnskugel wie 7 zu 3, daher er zur Zeit der Erdnähe des Saturns unter einem Winkel von 46″ erscheint, und alsdann, wenn er in einer vortheilhaften Lage zu Gesicht kömmt, dem Planeten selbst das Ansehen eines hellern Sternes giebt. Der Abstand des Ringes vom Planeten ist ohngefähr seiner Breite gleich.

Man erblickt zuweilen den Saturn völlig rund und ohne Ring, wie in den Jahren 1745, 1759, 1774, 1789; einige Zeit nachher zeigt sich der Ring, als eine gerade Linie zu beyden Seiten des Planeten, wie Taf. XXI. Fig. 124. Diese Linie wird immer breiter; endlich öfnet sie sich und bildet ein Paar Handhaben, welche nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weitsten offen sind, und gerade die Kugel des Saturns, wie bey Fig. 123, umfassen. Sie werden darauf wieder enger, und 15 Jahr nach der ersten Erscheinung verschwindet der Ring wieder. Er wird alsdann von neuem sichtbar, wendet sich aber auf die andere Seite, wo er wieder nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am meisten geöfnet ist, und nach $29\frac{1}{2}$ Jahren von der ersten Er-

scheinung an wiederum verschwindet. Während dieser $29\frac{1}{2}$ Jahre ist Saturn gerade einmal um den ganzen Himmel gegangen, und bey seinem folgenden Umlaufe kommen diese Erscheinungen in eben derselben Ordnung wieder.

Diese Abwechselungen erklären sich sehr leicht daraus, daß sich die Fläche des Ringes unter einem beständigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}°$ gegen die Fläche der Ekliptik neiget, und ihre am weitsten von der Ekliptik abstehenden Theile gegen 17° ♊ und 17° ♐ kehret, wogegen ihre Durchschnittspunkte mit der Ekliptik oder ihre Knoten, im 17° ♓ und 17° ♍ liegen. Könnten wir den Ring aus seinen Polen betrachten, so würde er die Scheibe des Saturns, als ein völlig kreisrunder concentrischer Ring, umgeben. Da aber die Erde immer in der Ebne der Ekliptik bleibt, und nie in diese Pole kömmt, so muß uns der Ring in den meisten Stellungen, als eine Ellipse, erscheinen. Wenn wir den Saturn in den Zeichen ♐ und ♊ sehen (also die Erde vom Saturn aus gesehen, in ♊ und ♐ steht), befinden wir uns an den Stellen, welche von der Fläche des Ringes unter allen am meisten abstehen, alsdann fällt uns mehr von dieser Fläche in die Augen, und sie bildet eine weit geöfnete Ellipse, deren große Axe AB (Fig. 123.) sich zur kleinen CD, wie $1 : \sin 31\frac{1}{2}°$, d. i. fast wie $1 : \frac{1}{2}$ verhält, daher CD ein wenig größer, als Saturns Durchmesser, seyn, oder der Ring die Kugel des Planeten ganz umfassen muß. In dieser Stellung sieht man zwischen dem Planeten und seinem Ringe hindurch, er erscheint gehenkelt (ansatus), und es ist möglich, durch die Oefnungen der Henkel Fixsterne zu sehen.

Steht aber Saturn in den Zeichen ♓ und ♍ (also die Erde von ihm aus gesehen, in ♍ nnd ♓), so befindet sich nnser Auge in der verlängerten Fläche des Ringes selbst. Man sieht also vom Ringe nur die schmale Kante, wie Fig. 124. Zu eben der Zeit erleuchtet auch die Sonne (welche vom Saturn aus fast nach eben der Gegend, wie die Erde, gesehen wird) den Ring nur der Dicke nach; er ist aber zu dünn, um alsdann noch von uns gesehen zu werden, und muß also in diesen Zeichen verschwinden.

Zieht man hiebey in Betrachtung, daß doch Sonne und Erde aus dem Saturn nicht völlig an einerley Orte gesehen werden, so kan es drey Ursachen geben, welche den Ring für uns unsichtbar machen: 1.) wenn die verlängerte Fläche des Rings durch die Sonne geht, wobey nur die dünne Kante erleuchtet wird, 2.) wenn diese Fläche zwischen der Sonne und Erde hindurchgeht, wobey uns der Ring seine dunkle, von der Sonne abgewendete Seite zukehrt, 3.) wenn eben diese Fläche durch die Erde geht, wobey nur die dünne Kante gesehen wird. Die Umstände 1.) und 3.) treffen nicht völlig zu gleicher Zeit ein, allemal aber kurz vor oder nach einander. Daher kan es Jahre geben, in welchen der Ring wechselsweise sichtbar und unsichtbar wird, weil die Erde, wenn sie der Fläche des Ringes nahe steht, bey ihrem Umlaufe um die Sonne zweymal durch diese Fläche gehen müste, so daß sie 6 Monate lang die dunkle, und 6 Monate die erleuchtete Seite des Rings sehen würde, wenn Saturn auf dieser Stelle unbeweglich stehen bliebe. Solche Abwechselungen des Verschwindens und Wiedererscheinens sahe man in den Jahren 1760 und 1775 (s. *Heinsius* Progr. De phasi rotunda Saturni, quae a. 1760 rediit, und die Beobachtungen in den berliner Ephemeriden für 1777.); auch war gegen das Ende des J. 1789 der Ring wieder unsichtbar, und den meisten Beobachtern schon im October verschwunden, ob ihn gleich Herschel mit dem 40schuhigen Teleskop noch im Anfange des Novembers, als einen schmalen Strich, gesehen hat. Auf diese Erscheinungen sowohl, als auf die Oefnung der Ellipse des Rings hat auch die Breite des Saturns Einfluß.

Dieser Ring ist ein bewundernswürdiges Phänomen, das in dem ganzen Umfange der Astronomie nichts ihm ähnliches hat. Daß er ein fester, dunkler und blos von der Sonne erleuchteter Körper sey, beweist der Schatten, den er auf die Saturnsscheibe wirft, und überdies sein Verschwinden, wenn er uns die von der Sonne abgewendete Seite zukehrt. Die Größe dieses Ringes, der den Saturn freyschwebend umgiebt, ist sehr beträchtlich. Er hat

über $23\frac{1}{7}$ Erddurchmesser im Durchschnitt, und seine Breite macht $6\frac{2}{3}$ Erddurchmesser aus. Seine Dicke hingegen ist gering, und wegen seiner großen Entfernung nicht zu erkennen. Seine Materie ist ohne allen Zweifel gegen den Saturn schwer, und hält sich vermöge dieser Schwere, bey ihrer runden Gestalt oder Wölbung, auf allen Seiten im Gleichgewichte. Sie würde auf die Kugel des Planeten herabstürzen, wenn die Wölbung irgendwo unterbrochen würde.

Einige wollen bemerkt haben, daß der Ring nach innen oder gegen den Saturn zu heller sey, auch daß sich auf seiner Fläche Streifen zeigten, als ob er aus mehrern concentrischen Kreisen bestünde. **Messier** (Mém. de l'acad. roy. de Prusse 1776. p. 323 sq.) sahe 1774 auf ihm leuchtende Tüpfelchen.

Cassini (Mém. de Paris 1715.) hielt diesen Ring für eine aus lauter Monden oder Trabanten zusammengesetzte Krone; **Whiston** (Praelect. astr.) für Dünste, die aus dem Saturn selbst aufsteigen; **Maupertuis** (Sur les differentes figures des astres, §. VIII.) vermuthet, er bestehe aus Dämpfen, die Saturn dem Schweife irgend eines bey ihm vorübergegangnen Kometen entrissen habe, so wie er auch seine Monden von Kometen erobert haben soll. Aber das Licht, das der Ring zurückwirft, ist weit lebhafter, als das Licht der Kometenschweife, und die Phänomene scheinen eher einer festen dunklen Masse, als einem Dampfe, zuzukommen. Ueberhaupt läßt sich von dem Ursprunge und der Bestimmung dieses sonderbaren Körpers nicht das mindeste mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Erster Theil. §. 443 u. f.

Sauerbrunnen, Sauerwasser, s. Gesundbrunnen.

Saugen, Suctio, *Suction*, *Succion*. Wenn man in einem holen Canale einen Körper, der an die Wände desselben fest anschließt, fortzieht oder fortdrückt, so daß der

Raum zwischen diesem Körper und dem Ende des Canals größer wird, so treibt der Druck des Luftkreises alle Materien, besonders flüßige, die mit dem erwähnten Raume Gemeinschaft haben, durch jede Oefnung nach allen Richtungen in denselben, bis er ganz erfüllt ist, und man kan dadurch flüßige Körper nicht nur seitwärts, sondern auch aufwärts in diesen Raum bringen. Diese Wirkung heißt das **Saugen**.

So wird Taf. XIV. Fig. 8. das Wasser aus dem Gefäße CBD in die Röhre AG aufsteigen, wenn man den fest anschließenden Kolben EH bis F aufzieht. Man sagt alsdann, der Kolben sauge; es ist aber nicht der Kolben, der das Wasser nach sich zieht, sondern der Druck der über CE und HD liegenden Luft treibt die Wasserfläche EH in die Höhe, weil über ihr bis F ein luftleerer Raum ist, in dem keine gleich elastische Luft jenem Drucke entgegen wirkt. Wenn man mit dem Munde saugt, so bilden Lippen und Gaumen den Canal, und die fest anschließende Zunge den Kolben u. s. w. Das ganze Phänomen ist schon beym Worte **Luftkreis** (oben S. 43 u. f.) erklärt, wo auch die vormaligen falschen Erklärungen erwähnt werden.

Eben so wird bey dem Einathmen durch Erweiterung oder Vergrößerung des Raums in der Brusthöle und den Lungen die innere Luft verdünnt, und die dichtere äussere Luft durch das Uebergewicht ihrer Elasticität hineingetrieben. Wenn man mit dem Munde durch ein langes Rohr sauget, wird der Canal, den Lippen und Gaumen bilden, durch das Rohr verlängert; das Zurückziehen der Zunge verdünnt die Luft in demselben, und so treibt die äussere elastischere Luft das Wasser durch das Ende des Rohrs hinein.

Dieses Saugen geschieht also nicht durch eine anziehende Kraft des Mundes, des Kolbens u. s. w., wie die gemeine Redensart **Einziehen** anzudeuten scheint, sondern blos durch den Druck der Luft. Im luftleeren Raume fällt alles Saugen weg, und selbst in der Atmosphäre hört es auf, sobald der Gegendruck, den die eingesogne Materie durch ihre Schwere ausübt, dem Drucke der äussern Luft gleich wird. Daher kan Wasser durch Saugen nicht viel

über 30 Fuß, Quecksilber nicht viel über 26 — 27 Zoll senkrechter Höhe gehoben werden, s. Luftkreis.

Oft aber füllen sich auch enge Canäle und Zwischenräume fester Körper von selbst mit flüßigen Materien an, mit denen sie in Berührung kommen, durch eine Wirkung der Anziehung, s. Adhäsion, Haarröhren. Auch dies nennt man Saugen, aber in einer andern Bedeutung des Worts. So erfolgt das Saugen der Schwämme und des Löschpapiers, der feinen Gefäße in den Pflanzen und thierischen Körpern. Man könnte das leztere, unter dem Namen des chymischen Einsaugens, von jenem mechanischen oder pnevmatischen Saugen, welches durch den Druck der Luft erfolgt, und einen Kolben voraussezt, unterscheiden.

Saugwerk, Saugpumpe, Antlia suctoria, *Pompe aspirante*. Eine Pumpe, in welcher das Wasser beym Aufziehen des Kolbens durch den Druck des Luftkreises gehoben wird, s. Pumpe, Saugen.

Die gemeine Wasserpumpe, Taf. XIX. Fig. 94. verwandlet sich schon in ein Saugwerk, sobald ihr Kolben EF über die Wasserfläche AB aufsteigt. Denn wenn ihm alsdann das Wasser nachfolgt, so geschieht dies nicht mehr durch den Druck der äussern Wassersäulen, der es nur bis AB heben kan, sondern es wird durch den Druck des Luftkreises auf diese Säulen bewirkt.

Wenn man aber einmal das Saugen oder den Druck der Luft bey einer Pumpe brauchen will, so kan man ihr eine weit vortheilhaftere Einrichtung geben. Es ist dabey gar nicht nöthig, den Kolben bis an die Wasserfläche herabzustoßen und da überhaupt das Spiel des Kolbens gewöhnlich die Höhe von 3 — 4 Fuß nicht überschreitet, so wählt man bey der Saugpumpe lieber die Taf. XXI. Fig. 125. vorgestellte Anordnung.

Die Pumpe wird aus zwo Röhren GCDH und CDKI zusammengesezt, wovon die obere weiter ist, als die untere. Beyde Röhren sind da, wo sie an einander gesezt werden, mit einem Rande CD umgeben; zwischen beyde Ränder wird ein lederner Ring gelegt, und man schraubt

sie alsdann mit vier Schrauben fest an einander. Die untere engere Röhre, welche bis ins Wasser hinabgeht, heißt das Saugrohr, oder bey den Kunstgezeugen im Bergbau der Ansteckelkiel; die obere behält den Namen des Stiefels. Soll die Pumpe reines Wasser geben, so wird unten im Saugrohre bey I K ein mit Löchern durchstochenes Blech, der Seiher, angebracht. Der Stiefel ist unten bey b, so wie auch der durchlöcherte Kolben bey a, mit einer Klappe oder einem Ventile versehen, s. Pumpe. Wenn das Saugrohr bis A B unter Wasser steht, so darf die senkrechte Höhe des Ventils b über A B höchstens nur 28 Fuß betragen, damit der Luftkreis das Wasser noch einige Fuß über das Ventil b hinaustreiben könne.

Steht nun der Kolben in seiner niedrigsten Stelle in unmittelbarer Berührung mit dem Ventile b, und wird von da aus etwa 4 Fuß hoch aufgezogen, so stößt die Federkraft der im Saugrohre befindlichen Luft das Ventil b auf, und verbreitet sich durch den ganzen Raum, der durch Aufziehen des Kolbens entstanden ist. Hiedurch wird ihre Federkraft vermindert; sie drückt weniger gegen die Wasserfläche im Saugrohre, daher treibt die äussere Luft durch I K so viel Wasser hinein, bis das Gewicht der eingetretenen Wassersäule mit dem Drucke der eingeschloßenen Luft zusammen dem Drucke des Luftkreises gleich ist. Wird nun der Kolben wieder heruntergetrieben, so drückt er die Luft aus dem Stiefel gegen das Saugrohr; diese schließt aber das Ventil b, öfnet sich hingegen das Kolbenventil a, und tritt durch dasselbe über den Kolben hinauf. Beym zweyten Kolbenzuge geschieht eben das wieder; ein Theil Luft tritt aus dem Saugrohre in den Stiefel, und der Luftkreis preßt dafür mehr Wasser in das Saugrohr hinein. Wird also das Spiel des Kolbens fortgesetzt, so muß bey jedem neuen Hub das Wasser im Saugrohre höher steigen, und endlich durch das Ventil b in den Stiefel treten, wo es denn weiter durch den Kolben, wie bey der gemeinen Wasserpumpe, bis zum Gußrohre G gehoben wird.

Bey der vollkommensten Einrichtung einer Saugpumpe wird vorausgesetzt, daß der Kolben in seinem tiefsten

Stande unmittelbar an den Boden des Stiefels und das Ventil b anschließe. Geschieht dies nicht, so bleibt in dem Zwischenraume zwischen beyden etwas Luft, die durch ihren Druck dem im Saugrohre aufsteigenden Wasser desto mehr hinderlich wird, je größer dieser Zwischenraum ist. Daher heißt derselbe, wie bey den Luftpumpen, der schädliche Raum. Man könnte das Ventil b in den Boden oder in die Mitte des Saugrohrs legen, und es giebt sehr viele Pumpen, wo es in der That so angebracht ist. Aber dadurch wird der schädliche Raum zwischen Kolben und Ventil ungemein vergrössert, und solche Pumpen heben das Wasser nicht so leicht und schnell, als die, welche das Ventil im Boden des Stiefels haben. Dieser Raum verursacht allemal, daß die Atmosphäre das Wasser nicht völlig 32 Fuß hoch heben kan, und sein Einfluß kan bey übel angelegten Pumpen so weit gehen, daß das Wasser gar nicht bis in den Stiefel kommen kan.

Parent (Recherches de Physique et de Math. Paris, 1700.) entwarf zuerst eine Theorie der Saugwerke mit Betrachtung des schädlichen Raums in acht Aufgaben, ohne die Beweise seiner Auflösungen beyzufügen. **Belidor** (Architect. hydraul. L. III. chap. 3. §. 919—926.) entwickelt die Theorie, worauf diese Auflösungen beruhen. Auch **Musschenbrock** (Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2125 sqq.) giebt eine Theorie, die **Karsten** nebst der belidorischen vorträgt, und einige Fehler seiner Vorgänger berichtiget. Der Einfluß des schädlichen Raums dauert indeß nur so lang, bis das Wasser den Kolben wirklich erreicht hat. Ist dies einmal geschehen, so giebt hiernächst die Pumpe auf jeden Zug soviel Wasser, als den körperlichen Raum des Kolbenzugs gerade ausfüllt, wofern nur nicht der Kolben schneller steigt, als das Wasser nachfolgen kan, woraus wiederum neue Untersuchungen über die vortheilhafteste Geschwindigkeit der Kolbenzüge entstehen.

Da hiebey der Kolben nur im Heraufsteigen Wasser hebt, im Absteigen aber blos das gehobne Wasser durch seine Klappe gehen läst, und also einen Stillstand veranlasset, so pflegt man gern die Kolben zweyer Saugwerke so

mit einander zu verbinden, daß der eine steigt, indem der andere sinkt. Dadurch entsteht ein doppeltes Saugwerk, und man kan die Einrichtung leicht so machen, daß die Gußröhren beyder Stiefel das Wasser in einerley Behältniß ausgießen, welches dadurch einen ununterbrochnen Zufluß erhält.

Wenn das Gußrohr unmittelbar über dem höchsten Stande des Kolbens liegt, wie in der Figur bey G, so ist die ganze Maschine ein bloßes Saugwerk, und heißt in der Sprache des Bergbaus ein **niedriger Satz**. Durch einen solchen kan das Wasser nie höher, als etwa 15 Ellen über seine natürliche Stelle erhoben werden.

Weil aber diese Höhe für die meisten Absichten zu gering ist, so pflegt man auf den Stiefel GCDH, über GH noch ein **Aufsatzrohr** oder **Steigrohr** von ziemlicher Höhe zu setzen, an dessen obern Ende erst das Gußrohr angebracht wird. Diese Einrichtung heißt beym Bergbau ein **hoher Satz**. Sie hebt das Wasser 39 bis 42 Ellen hoch, durch den Zug des Kolbens, und ist also schon zu den vereinbarten Saug- und Druckwerken (Antlia suctoria simul et elevatoria) zu zählen. Will man noch mehr Höhe erreichen, so muß man mehrere solche Sätze über einander anbringen, wovon jeder aus einem doppelten Saugwerke mit Aufsatzrohre besteht. Der untere Satz gießt das Wasser in einen Behälter, woraus der folgende wieder 39 bis 42 Ellen hoch in einen zweyten, und der dritte eben so hoch in den dritten Behälter hebt. Durch solche übersetzte Kunstgezeuge läst sich das Wasser bis an 200 Lachter hoch aus der Tiefe herausheben. Die Kolbenstangen, welche in jedem Satze durch das ganze Aufsatzrohr hindurchgehen, sind durch **Krumsen** oder **Armen** an zween gemeinschaftlichen **Schachtstangen** befestiget, welche durch die ganze Tiefe des Kunstschachts hinabreichen, und oben an den beyden Enden eines in der Mitte befestigten Balkens, der **Wage**, hängen. Diese Wage wird durch irgend eine Kraft immerfort um den in der Mitte befindlichen Ruhepunkt hin und her gewendet, wobey ihre Enden abwechselnd auf und absteigen, und die daran hängenden Schachtstangen, diese

aber die sämtlichen Kolbenstangen, mit sich auf und ab führen. Die Kraft, welche das Kunstgezeug treibt, ist gewöhnlich ein Wasserrad mit einer Kurbel, welches aber, wenn das umtreibende Wasser entfernt ist, mit der Wage, woran die Schachtstangen hängen, durch Feldgestänge verbunden werden muß. Diese sogenannten Stangenkünste sind von ungemeiner Brauchbarkeit, und ohngefähr um die Mitte des 16ten Jahrhunderts bekannt geworden. Man findet Beschreibungen derselben im Leupold (Theatr. machin. gener. Cap. XXIV. §. 613. S. 179.), Calvör (Acta historico-chronol.-mechanica circa metallurgiam in Hercynia superiori, Th. I. Cap. II. Abth. 2. §. 3.) und im Bericht vom Bergbau (Freyberg, 1769. 4. nachher Leipzig, 1772. 4.).

Auch bey Wasserkünsten, welche das Wasser zu gewissen Höhen heben sollen, um es durch Städte zu vertheilen, oder an bestimmte Orte weiter zu führen, werden diese hohen Sätze mit Nutzen gebraucht. Die leipziger alte oder rothe Kunst ist beym Leupold (Theatr. mach. hydraulic. To. II. Tab. 18.) abgebildet und beschrieben. Sie wird durch ein Wasserrad mit dreyfacher Kurbel oder dreyfach gekröpften Haken getrieben. Jede Kröpfung treibt eine Stange auf und ab, die oben 30 Ellen hoch über dem Wasser an einem Hebel hängt, dessen Arme sich, wie 9 : 7 verhalten. An den andern Enden der Hebel hängen die Kolbenstangen, die wieder herab in die drey Pumpen gehen. Diese Pumpen bestehen aus einem hohen hölzernen Aufsatzrohre, einem metallnen Stiefel, der 1 Elle hoch ist, und einem kupfernen Saugrohre. Die drey Saugröhre vereinigen sich in eine geschloßne Cisterne, aus der ein Leitrohr ins Wasser geht. So heben diese Pumpen das Wasser 61 leipz. Fuß hoch, und jede giebt auf einen Kolbenzug 42 Pfund Wasser.

Dies sind vereinbarte Saug- und Druckwerke, deren Kolben beym Aufsteigen zugleich saugen und heben, beym Herabgehen aber blos das Wasser durch ihre Oefnung und Klappe durchlassen. Man kan aber auch Saug- und Druckwerke so vereinigen, wie es im ersten Theile dieses Wörterbuchs Taf. VI. Fig. 102. vorstellt, wo der Kolben beym

Aufsteigen nur saugt, beym Herabgehen aber das Wasser durch die Gurgel und Klappe a in das Steigrohr drückt. Diese letztern Maschinen heissen ganz eigentlich vereinbarte Saug- und Druckwerke (Antlia suctoria simul et compressoria, *Pompe aspirante et foulante*), Saug- und Appressionspumpen, oder auch nur Druckwerke. Die Pumpen der grossen Maschine zu Marly sind von dieser Art, s. Druckwerk, und eben diese Einrichtung giebt man insgemein den doppelten Druckwerken der Feuerspritzen.

Noch verdient hier folgende Erzählung aus Brisson erwähnt zu werden. Im Jahre 1766 meldeten die Zeitungen, man habe zu Sevilla in Spanien die Entdeckung gemacht, das Wasser lasse sich durch ein bloßes Saugwerk 60 Fuß hoch heben, es sey also falsch, was man seit Galilei Zeiten glaube, daß der Druck der Luft nur eine Wassersäule von 32 Fuß Höhe trage. Die Geschichte der Sache war diese. Ein unwissender Brunnenmeister in Sevilla brauchte eine Wasserhöhe von 60 Fuß, und hatte dazu einen gewöhnlichen niedrigen Satz gebaut, aber mit einem Saugrohre von 60 Fuß Höhe versehen. Als die Pumpe zu spielen anfieng, wollte kein Wasser in den Stiefel kommen. Der Meister, aus Unwillen und Zorn, hieb mit dem Beile in das Saugrohr. Dadurch entstand 10 Schuh über der Wasserfläche ein kleines Loch, und, siehe da, das Wasser trat nun augenblicklich in den Stiefel. Die Erklärung hievon ist ganz leicht. Man setze Taf. XXI. Fig. 125. sey das Saugrohr CIKD 60 Schuh hoch, so wird es sich durch das Spiel der Pumpe 30—32 Schuh hoch mit Wasser füllen, über diesem Wasser wird luftleerer Raum, oder vielmehr sehr dünne Luft bleiben. Höher aber wird das Wasser nicht steigen, weil es in dieser Höhe schon den Druck des Luftkreises aufhebt. Nun öfne man ein Loch 10 Schuh hoch über AB, etwa bey h; so fällt das Wasser unter h wieder bis AB zurück, über h aber steht noch 20—22 Schuh hoch Wasser, das luftleeren Raum über sich hat. Dieses kan der durch h eindringenden Luft nicht mehr das Gleichgewicht halten. Wenn also das Saugrohr eng genug ist, daß die Luft dieses Wasser nicht zertrennen und in Blasen durch die

ganze 32 Schuh hohe Säule durchsteigen kan, so hebt sie diese Säule. Und weil die Säule nie höher, als 32 Schuh, und in dem obern weitern Theile des Saugrohrs gar noch kürzer wird, so dauret dieses Heben fort, bis die ganze Wassersäule in den Stiefel getrieben ist, und sich das Saugrohr von unten her durch h ganz mit Luft gefüllt hat. Die Sache erklärt sich also ganz leicht, ohne die Theorie vom Luftkreise umzustoßen.

Man darf aber nicht glauben, daß diese Erfindung zu einer Saugpumpe brauchbar sey. Es ist wahr, wenn man das Loch h wieder verschlöße, und aufs neue so lange pumpte, bis das Wasser wiederum 32 Schuh hoch über A B stünde, und fast alle Luft aus dem Saugrohre herausgezogen wäre, so würde die Wiedereröfnung von h das darüber befindliche Wasser zum zweytenmale in den Stiefel treiben u. s. f. Aber wie lange würde jedesmal das vergebliche Pumpen dauren, da die Maschine hiebey gerade, wie eine Luftpumpe, wirken muß? Und wie wenig Wasser würde man jedesmal erhalten, da das Saugrohr so eng seyn muß, daß sich Luft und Wasser darinn nicht ausweichen? Denn sobald sich die Luft bey h den Weg durchs Wasser frey macht, so kömmt blos Luft in den Stiefel, und das Wasser des Saugrohrs fällt durch seine Schwere wieder nach A B zurück. **Brisson** bemerkt hiebey, man müsse die Sache erst zweymal überlegen, wenn man gegen allgemein angenommene Naturgesetze streiten wolle.

Karsten Lehrbegrif der gesammten Mathematik. Th. V. Hydraulik. XVII — XIX Abschnitt.

Brisson Dict. rais. de Phys. art. *Pompe aspirante.*

Scale, Gradleiter, Scala, *Echelle.* So heißt jeder auf einem physikalischen oder mathematischen Werkzeuge angebrachte Maaßstab, oder jede Theilung einer geraden Linie in gewisse gleiche oder ungleiche Theile, dergleichen in der Physik gewöhnlich den Namen der Grade führen, s. Grade. Die Größe der Grade und die Beschaffenheit der Scale überhaupt hängt von der Natur und Absicht des Werkzeugs, oft auch zum Theil von willkührlichen

Bestimmungen ab. Beyspiele hievon findet man bey den Worten Aräometer, Barometer, Hygrometer, Thermometer.

Um die Theile besser bemerken zu können, müssen ihre Grenzen nicht mit Punkten, sondern mit Strichen bezeichnet werden. Man zieht in dieser Absicht nicht blos eine einzige, sondern zwo Linien, oder noch mehrere, mit einander parallel, theilt alle auf gleiche Art, und bemerkt die Grenzen der Abtheilungen mit rechtwinklichten Queerlinien. So wird das Ganze einer Leiter ähnlich; daher denn auch die Benennungen der Scalen sowohl, als der Grade oder Stufen, entstanden sind.

Schall, Sonus, *Son.* Diesen Namen geben wir gewissen Wirkungen, mit welchen bebende oder schwingende Bewegungen der Luft und anderer elastischen Körper begleitet sind, und die wir durch den Sinn des Gehörs empfinden. Unsere Gehörorgane sind überhaupt für nichts anders, als für Bewegungen empfindlich, welche durch die Luft oder andere elastische Körper bis zu ihnen fortgepflanzt werden. Wenn man also eine bloße Worterklärung ohne Erwähnung einer physischen Ursache geben will, so kan man auch sagen, das Wort Schall bezeichne alles Hörbare.

Man kan den Schall auf dreyerley Art betrachten, in sofern er 1.) durch die Bewegung eines Körpers erregt, 2.) durch die Luft oder andere Körper fortgepflanzt, und 3.) durchs Gehör empfunden wird. Jede Art der Betrachtung veranlasset eine andere Definition, daher die Erklärungen des Wortes Schall in den Schriften der Physiker sehr mannigfaltig sind. Ich will gegenwärtigen Artikel nach dieser dreyfachen Betrachtungsart ordnen.

Zur Entstehung des Schalles ist allezeit ein fester oder flüßiger Körper nöthig, dessen Theile in eine schwingende Bewegung versetzt werden. Man nennt ihn den schallenden Körper (corpus sonorum). Sehr oft ist dieser Körper die Luft selbst, aber nie für sich allein, sondern in Verbindung mit andern Körpern, die sie in Bewegung setzen. So entsteht der Knall einer Peitsche, das Pfeifen

einer Ruthe, die man in der Luft schwingt, der Knall des Feuergewehrs und anderer Explosionen, das Krachen des Donners u. s. w. durch heftige Bewegungen der Luft, die durch andere Körper aus ihrer Stelle vertrieben wird, und vermöge ihrer Elasticität plötzlich wieder zurückkehrt. Das Brausen des Windes und der Schall der Blasinstrumente wird durch den Stoß der Luft gegen ruhende Körper veranlasset. In unzähligen Fällen aber entsteht die zum Schalle nöthige Bewegung auch ohne Zuthun der Luft, wie bey allen elastischen Körpern. Gespannte Saiten, Glocken, metallne Scheiben, Gläser u. dgl. gerathen durch Anschlagen fester Körper, oder durch Streichen, in schwingende Bewegungen, welche sich durch Gesicht und Gefühl wahrnehmen lassen, und offenbar die Ursache des Schalls sind, weil der dabey gehörte Schall augenblicklich aufhört, wenn man durch Anrühren mit dem Finger, oder einem andern weichen Körper, der schwingenden Bewegung ein Ende macht. In diesen Fällen wirkt zwar die Luft mehrentheils in sofern mit, daß sie den Schall bis zum Ohre fortpflanzt, aber sie trägt doch nichts zu seiner Entstehung bey, weil man ihn, wie unten beygebracht werden soll, auch ohne Hülfe der Luft hören kan.

Von dieser Seite betrachtet besteht also der Schall in einer schwingenden Bewegung des schallenden Körpers, welcher deswegen allezeit einigen Grad von Elasticität besitzen muß. Nemlich der Schall dauert noch eine Zeitlang fort, wenn gleich die äussere Kraft, die ihn hervorbrachte, aufhört. Ein solches Fortdauren schwingender Bewegungen läßt sich nicht anders, als in elastischen Körpern, gedenken, die sich von selbst in ihre vorige Lage, aus der man sie gebracht hat, zurückbegeben, und dadurch, wie die gespannte Saite (s. Elasticität, Th. I. S. 706.), in anhaltende Schwingungen versetzt werden. Wenn die Körper nur eine schwache Elasticität besitzen, so ist der Schall schwächer. Ebendasselbe findet statt, wenn von den beyden zusammenschlagenden Körpern der eine sehr weich ist, wie elastisch alsdann auch der andere seyn mag. Eben darum dämpft die Berührung eines weichen Körpers den Schall

eines elastischen fast gänzlich; und eine Saite hört auf zu klingen, sobald sie von einem Dämpfer berührt wird.

Man hat die Bewegung, in welcher das Wesen des Schalles besteht, mit Unrecht für ein Zittern (tremorem) aller kleinsten Theile des schallenden Körpers ausgeben wollen. Diese Meinung war sonst allgemein, und ist von Perrault, Carre und de la Hire (Experiences sur le son in den Mém. de Paris. 1709. 1710.) mit vielen Gründen und Versuchen unterstützt worden, die auch Musschenbroek (Introd. ad. philos. nat. To. II. §. 2191 sqq.) a führt. Man suchte z. B. den Schall nicht in dem Schwingen der ganzen Saite, sondern in dem dadurch veranlaßten Zittern ihrer kleinsten Theile (in motu tremulo partium minimarum), und Musschenbroek (l. c. Tab. LVII. Fig. 10 et 11.) zeigt sogar in einer Figur, wie sich die Theile der Saite bey ihren Schwingungen an einander hin und her schieben müssen. Aber neuere Versuche, die ich beym Worte Klang angeführt habe, beweisen deutlich, daß diese Erzitterung der kleinsten Theile zum Schalle nicht nothwendig, und bey klingenden Körpern gar nicht vorhanden sey. Vielmehr bleiben gewisse Stellen solcher Körper ganz unbewegt, und um diese herum oscilliren oder schwingen die übrigen Theile so, daß sie auf beyden Seiten der festen Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengesetzten Richtungen gehen.

De la Hire beruft sich, um das Zittern der kleinsten Theile zu erweisen, unter andern auf folgenden Versuch. Wenn man die elastischen Schenkel einer Feuerzange zusammendrückt, und schnell fahren läst, so oscilliren sie, ohne zu schallen. Wenn sie aber von aussen her an einen harten Körper stoßen, so klingen sie augenblicklich. Also, schließt er, entsteht der Schall nicht durch das Oscilliren der ganzen Schenkel, welches der Stoß an den harten Körper eher vermindern müste, sondern aus dem Zittern der Theile, das der Stoß hervorbringt. Eben so schwingt eine stählerne Gabel, die man locker zwischen zween Fingern hält, und damit auf den Teller schlägt, ohne Klang; wenn man aber gleich darauf ihr Heft gegen den Teller stößt, klingt

sie augenblicklich. Eine klingende Claviersaite, wenn sie den Dämpfer berührt, schwingt noch immer fort, aber ohne Klang; hält man einen Schlüssel daran, an den sie beym Schwingen stößt, so fängt der Klang von neuem an. Aber alle diese Phänomene beweisen d. la Hire's Satz nicht. Die richtige Erklärung ist folgende. Die Schwingungen der ganzen Schenkel einer Zange, der ganzen Gabel, der gedämpften Saite u. s. w. sind zu langsam, um einen hörbaren Ton zu geben: aber das Anstoßen eines harten Körpers verändert die Stellen der Schwingungsknoten; dadurch werden die Längen der schwingenden Theile verkürzt, mithin die Schwingungen schneller, und die Klänge hörbar. Die Versuche des Herrn **Chladni** (Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipzig, 1787. 4.) lassen keinen Zweifel über die Richtigkeit dieser Erklärung zurück, s. **Klang** (ingl. **Funk** Progr. De sono et tono. Lipf. 1779. 4.).

Auch müssen alle, welche Erzitterungen der kleinsten Theile schallender Körper annehmen, bey der Theorie des Klangs und der Töne dennoch auf Schwingungen des Ganzen, oder größerer Theile, zurückgehen. **Musschenbroek** selbst setzt beym Uebergange zur Theorie voraus, die Schwingungen wären den Erzitterungen gleich oder proportional, und spricht von dieser Stelle an gar nicht weiter vom Zittern (Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oscillationum utcunque convenire, vel harmonicae esse — quia autem tremores non ita observari, quam oscillationes, possunt, has loco tremorum in sequentibus considerabo. Introd. §. 2203.). Dies ist ein stillschweigendes Geständniß, daß aus den Zitterungen nichts zu erklären sey. Dennoch steht dieser Irrthum von Bebungen der kleinsten Theile beym Schalle noch immer in unsern besten physikalischen Lehrbüchern.

Wenn die Schwingungen eines elastischen Körpers, oder gewisser Theile desselben, von höchst verschiedener und mannigfaltiger Dauer und Geschwindigkeit oder überhaupt zu langsam und von geringer Anzahl sind, so heißt der daraus entspringende Schall ein **dumpfer Schall**, ein Geräusch, Getöse, und wenn er heftig ist und augenblicklich

vorübergeht, ein Plazen oder Knall. Erfolgen hingegen die Schwingungen schneller, und mit gewissen dem Ohre bemerkbaren Verhältnißen der Geschwindigkeit, so entsteht ein Klang; erfolgen sie endlich alle mit gleicher Geschwindigkeit, so heißt der Klang ein Ton. Da ich von den Tönen unter einem besondern Artikel handle, so würde es unnütze Wiederholung seyn, hier mehr davon anzuführen.

Der Schall ist desto stärker, je elastischer der schallende Körper ist, und je stärker seine Theile gespannt sind. Daher giebt eine schlaffe Saite durch ihre Bewegungen keinen Klang: ihr fehlt die Spannung, welche zu Entstehung der Schwingungen erforderlich ist. Wenn aber die Theile eines gespannten elastischen Körpers bewegt werden, so afficirt ihre schwingende Bewegung durch ihr Hin- und Hergehen alle übrige Theile des ganzen Körpers, aber nicht jeden auf gleiche Art. Es kömmt hiebey auf die Gestalt des Körpers, auf die Gleichförmigkeit seiner Dichte und seines Zusammenhangs, auf die Stelle, wo er angeschlagen wird, auf die Stellen, wo er andere minder elastische Körper berührt, und auf mehrere vielleicht noch nicht vollständig bekannte Umstände an. Durch diese Umstände werden die Schwingungsknoten, die Längen der verschiedenen schwingenden Theile, die Größen der Bogen, welche die schwingenden Theile beschreiben u. s. w. bestimmt. Von der Dauer der Schwingungen hängt alsdann die Dauer des Schalls, von der Menge der schwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen die Stärke des Schalls ab, und die Anzahl der Schwingungen in einer gegebnen Zeit bestimmt die Höhe oder Tiefe des Tons.

In einem angeschlagnen oder mit dem Finger am Rande gestrichenen Glase macht das Wasser wellenförmige Bewegungen. Die Größe und der Abstand der Wellen von einander kömmt auf die Geschwindigkeit der Schwingungen an. Sobald das Glas klingt, entstehen Wellen; wenn man alsdann den Finger stärker ausdrückt daß der Klang um eine Octave höher wird, so entstehen kleinere Wellen, genau halb so groß, als die vorigen, deren also doppelt soviel auf der Oberfläche des Wassers Platz haben. Dies ist

ein ziemlich alter Versuch, den schon Galilei in seinen Dialogen über die Mechanik anführt.

Die Fortpflanzung des Schalles erfordert ein elastisches Mittel, in welchem die Schwingungen des schallenden Körpers weitere ähnliche Bewegungen erregen können. Solche Mittel sind die meisten festen und flüßigen Körper, welche einen merklichen Grad von Elasticität besitzen, vorzüglich aber die beständig elastischen Flüßigkeiten. Daher ist das vorzüglichste und allgemeinste Fortpflanzungsmittel für den Schall die atmosphärische Luft. Inzwischen kan man den Schall auch ohne Luft bis zum Gehör fortpflanzen. Es ist bekannt, daß man mit völlig verstopften Ohren sehr deutlich hört, wenn man einen Drath oder ein hartes Holz zwischen den Zähnen hält, und dessen anderes Ende gegen den Resonanzboden eines musikalischen Instruments anstemmt. Gewöhnlich aber ist es doch die Luft, die den Schall zum Ohre bringt. Im luftleeren Raume wird der Schall nicht hörbar, wenn nicht etwa der schallende Körper durch den Teller oder andere elastische Massen mit der äussern Luft in Verbindung steht: in der dünnen Luft auf den Gipfeln hoher Berge ist jeder Schall sehr schwach: hingegen wird der Schall in verdichteter, in sehr kalter, oder auch in eingeschloßener erwärmter Luft ansehnlich verstärkt.

Die Art dieser Fortpflanzung des Schalls in elastischen flüßigen Mitteln stellt man sich insgemein so vor. Taf. XXI. Fig. 126. sey bey a eine schwingende Saite, welche die elastische Luft in a gegen b treibt, dadurch werden a und b gegen c, diese drey gegen d, diese vier gegen e getrieben. Aber b, c, d, e widerstehen wegen ihrer Trägheit und Elasticität; daher wird die Luft immer dichter, bis endlich bey e ihre Dichtigkeit so groß ist, daß ihr Widerstand die Bewegung gerade aufhebt. Dadurch aber hat zugleich ihre Elasticität in e zugenommen; sie dehnt sich also nach beyden Seiten aus, treibt d, c, b, a in ihre vorigen Stellen zurück, und stößt eben soviel Theile mit gleicher Geschwindigkeit durch f, g h fort, so daß die Dichtigkeit der Luft bey h wiederum am stärksten wird. Hier hört die Bewegung wieder auf; aber die Elasticität der Luft bey h treibt g und f

in ihre vorigen Stellen, und stößt zugleich die Luft in i gegegen k u. s. w. Jede Schwingung der Saite bey a veranlaßt also ringsherum Abwechselungen von Stellen, in denen die Luft dichter oder dünner ist, und beständig zusammengedrückt und wieder ausgedehnt wird. Man nennt diese Bewegung **wellenförmig**, und die Stellen e, h, k, o, wo die Luft am dichtsten wird, **Schallwellen** (undae sonorae, pulsus sonori, condensationes reciprocae). Sie haben etwas ähnliches mit den Wellen auf der Oberfläche des Wassers; nur daß diese letztern aus Erhöhungen des Wassers (monticulis aqueis), die Schallwellen aber in Verdichtungen der Luft bestehen. Auch verbreiten sich die Wasserwellen nur auf der Oberfläche, die Schallwellen hingegen im körperlichen Raume nach allen Seiten, so daß die wellenförmige Bewegung den schallenden Körper so umgiebt, wie die Oberflächen concentrischer Kugeln den gemeinschaftlichen Mittelpunkt dieser Kugeln umringen.

Da jedes Lufttheilchen am Ende jeder Schwingung wieder an seinen vorigen Ort zurückkehrt, so ist diese wellenförmige Bewegung kein **Fortgehen** (motus progressivus) der Luft. Sie verursacht keinen Wind; und die Flamme eines Lichts wird gar nicht bewegt, wenn man sie neben eine klingende Glocke hält u. s. w. Die ganze Wirkung besteht blos in einer abwechselnden Zusammendrückung und Wiederausbreitung der Luft an verschiedenen Stellen.

Die Theorie solcher wellenförmigen Bewegungen in elastischen flüßigen Mitteln hat **Newton** (Princip. L. II. Sect. 8. De motu per fluida propagato edit. a. 1687.) zuerst auf bestimmte Grundsätze gebracht. Er enthält sich des Namens Wellen, und sagt dafür richtiger **Schläge** (pulsus), wie er denn überhaupt die Natur dieser Bewegung sehr deutlich beschreibt (*Pulsus* propagari concipe per successivas condensationes et rarefactiones Medii, sic ut pulsus cuiusque pars densissima sphaericam occupet superficiem circa centrum sonorum descriptam, et inter pulsus successivos aequalia intercedant intervalla). Er beweißt zuerst (Prop. 42. 43.), daß sich die Bewegung in elastischen flüßigen Mitteln nach allen Seiten geradlinigt verbreite, und

die Pulsus in Linien fortgehen, die den schallenden Punkt, oder die Oefnung, aus der der Schall hervorgeht, wie die Halbmesser der Kugel ihren Mittelpunkt, umgeben: dagegen in unelastischen Mitteln die Bewegung augenblicklich (in instanti) nach den Stellen zu umgelenkt werde, die sonst hinter dem bewegten Körper leer bleiben würden. Hierauf kömmt er (Prop. 44 — 46.) auf die Oscillationen des Wassers in Röhren, und auf die Geschwindigkeit der Wellen, und zeigt (Prop. 47.), daß sich die Geschwindigkeiten der in einem elastischen Mittel fortgepflanzten Schläge direct, wie die Quadratwurzeln der Elasticitäten, und umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten, verhalten, wenn die Elasticität in jedem Mittel der Dichte proportional bleibt; daher in gleich dichten und gleich elastischen Mitteln die Schläge mit gleicher Geschwindigkeit fortgehen. Er erweiset weiter (Prop. 48.), daß die hin und hergehenden Theilchen der flüßigen Materie hiebey nach den Gesetzen der Schwungbewegung des Pendels beschleunigt und retardirt werden, und daß daher die Anzahl der Schläge beym Schalle mit der Anzahl der Schwingungen des schallenden Körpers einerley sey. Hierauf gründet er nun (Prop. 49.) seine Methode, aus der Dichte und Elasticität des Mittels die Geschwindigkeit zu finden, mit der sich die Schläge fortpflanzen.

Hiezu dient folgender Lehrsatz. Die Höhe einer Säule von gleichförmiger Dichte, welche eben so dicht ist und eben so stark drückt, als das elastische Mittel an der gegebnen Stelle dicht ist, und gedrückt wird, heisse $=c$ (völlig so, wie beym Artikel Höhenmessung, Th. II. S. 617, die Höhe einer Säule flüßiger Materie von gleicher Dichte mit der untern Luft, welche so stark als die Atmosphäre drückt, $\frac{f}{m} = c$ genannt ward). In der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge c einen ganzen Schwung vollendet, gehen die Schläge im gegebnen Mittel durch einen Raum, der dem Umfange des Kreises vom Halbmesser c gleich ist. Weiß man nun noch die An-

zahl der Schläge in einer gegebnen Zeit, so findet man (Prop. 5 .) die Abstände der Schläge oder Wellen von einander, wenn man den Raum, durch welchen die Bewegung in dieser Zeit fortgeht, durch diese Anzahl dividiret.

Newton macht von dieser Theorie eine Anwendung auf die Bestimmung der Geschwindigkeit, mit welcher sich der Schall in unserer Luft fortpflanzt. Diese Bestimmung wird sich am besten so übersehen lassen. Ein Pendel von der Länge c verrichtet einen ganzen Schwung in der Zeit

$$\pi\sqrt{\frac{2c}{g}} \text{ Sec.}$$

s. **Pendel** (oben S. 417.). In eben dieser Zeit gehen die Schallschläge durch den Raum $= 2\pi c$; also in 1 Sec. durch den Raum

$$2\pi c : \pi\sqrt{\frac{2c}{g}} = \sqrt{2cg}.$$

Es ist aber die Geschwindigkeit $\sqrt{2cg}$ gerade diejenige, welche der Fallhöhe $\frac{1}{2}c$ zugehört. Mithin ist nach Newtons Theorie die Geschwindigkeit des Schalls so groß, als diejenige, welche schwere Körper beym Falle durch die halbe Subtangente der logarithmischen Linie, die bey den barometrischen Höhenmessungen gebraucht wird, erlangen würden. In dieser sehr bequemen Formel lassen sich für c die Werthe setzen, welche man beym Worte Höhenmessung (Th. II. S. 632.) nach verschiedenen Schriftstellern angegeben findet; g aber ist der Fallraum schwerer Körper in einer Secunde, oder 15,0957 pariser Fuß, s. **Fall der Körper**. Nimmt man nach Mayer und de Lüc $c = 4342$ Toisen oder 26052 par. Fuß, so erhält man den Weg des Schalls in einer Secunde =

$$\sqrt{(2 \,.\, 26052 \,.\, 15{,}0957)} = 888 \text{ par. Fuß.}$$

Newtons Data (L. II. Prop. 50. Schol. edit. 1687.) sind etwas anders. Er drückt sie nach englischem Maaße aus, setzt das Verhältniß der eigenthümlichen Gewichte der Luft und des Quecksilbers $= 1 : 13\frac{1}{2} \,.\, 850 = 1 : 11617$, und findet also für eine Barometerhöhe von 30 engl. Zoll c =

$\frac{30 \cdot 11617}{12} = 29042$ engl. Fuß. Um g zu bestimmen, nimmt er die Länge des Secundenpendels $39\frac{1}{7}$ Zoll an (dies mit 4,9348 22 multiplicirt, giebt g = 16,12 engl. Fuß, s. Pendel, oben S. 425); also des Schalls Weg in einer Secunde

$$\sqrt{(2 \cdot 29042 \cdot 16,12 \ldots)} = 968 \text{ engl. Fuß},$$

welche ohngefähr 906 pariser Fuß betragen. In den neuern Ausgaben wird das Verhältniß der Gewichte von Luft und Queckſilber $1 : 13\frac{2}{3} \cdot 870 = 1 : 11890$ gesetzt, woraus c = 29725 Fuß, und der Weg des Schalls in der Secunde = 979 Fuß folgt.

Newton bemerkt aber, daß man noch die Dicke der einzelnen Lufttheilchen in Betrachtung ziehen müsse, durch welche die Fortpflanzung des Schalls natürlicher Weise ohne Zwischenzeit (in instanti) geschehe. Nähme man nun an, die Dicke eines Lufttheilchens verhielte sich zum Zwischenraume zwischen ihm und dem nächsten Theilchen, wie 1:9, so würde sich dadurch der Weg des Schalls noch um seinen neunten Theil vergrößern, und 1088 englische Fuß in einer Secunde betragen. Endlich setzt er hinzu, wenn die Dünste nicht zur Fortpflanzung des Schalls beytrügen und doch die Dichtigkeit der reinen Luft verminderten, so müste dieserhalb der Schall (nach Prop. 47.) geschwinder fortgehen. Wäre z. B. unter 11 Theilen 1 Theil Dünste, so werde die Geschwindigkeit im Verhältniße $\sqrt{10} : \sqrt{11} = 20 : 21$ größer, und so könne man zu 1088 Fuß noch den 20sten Theil oder 54 Fuß hinzusetzen, und den Weg in einer Secunde = 1088 + 54 = 1142 engl. Fuß annehmen, welches etwa 1070 pariser Fuß beträgt.

Man sieht bald, daß die letzten Berichtigungen wegen der Dicke der Lufttheilchen und der Dünste nur willkührlich angenommen sind, um die Theorie mit den Versuchen zu vereinigen. Nemlich die Versuche geben die Geschwindigkeit des Schalles um ein ziemliches größer, als sie nach dieser newtonischen Theorie seyn sollte.

Schon Gassendi stellte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts Beobachtungen über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles an; ihm folgten der P. Mersenne (Harmonicorum L. XII. Parif. 1635. fol.), Roberval und die florentiner Akademisten (Tentamina exp. captorum in Acad. del Cimento. edit. *Musschenbroekii* Lugd. Bat. 1731. 4. p. 113.). In Frankreich machten Cassini, Huygens, Picard und Römer (*du Hamel* Hist. Acad. reg. sc. L. II. Sect. 3. cap. 2.) gemeinschaftliche Versuche hierüber, so wie Halley, Derham (Philos. Trans. n. 313. p. 3.) und Flamstead in England. Cassini de Thury, Maraldi und de la Caille (Mém. de Paris 1738 et 1739.) trieben diese Versuche mehr ins Große, und de la Condamine (Voyage de la riviere des Amaz. p. 206.) stellte dergleichen auch in Cayenne und bey Quito an. Winkler (Tentamina circa soni celeritatem per äerem atmosphaericum. Lipf. 1763. 4.) hat die Resultate derselben zusammengetragen, die man auch in folgender Tabelle übersehen kan.

Beobachter	Ort	Weg des Schalls in 1 Sec.
Gassendi	Frankreich	1473 par. Schuh
Die Florentiner	Italien	1185 — —
Mersenne	Frankreich	1380 — —
Cassini, Huygens rc.	—	1172 — —
Flamstead, Derham rc.	England	1070 — — (1142 engl. Fuß)
Cassini, Maraldi rc.	Frankreich	1038 — (173 Toif.) 1041 — —.
de la Condamine	Cayenne	1101
— — —	Quito	1050

Die große Verschiedenheit dieser Resultate rührt ohne Zweifel von der veränderlichen Beschaffenheit der Luft her. Die Versuche der beyden Cassini, die in einerley Lande angestellt sind, geben doch auf die Secunde einen Unterschied von 134 Schuhen. In trokner, elastischer Luft muß die Geschwindigkeit allezeit größer seyn. Nach Derham ist dieselbe im Sommer und Winter bey jeder Witterung gleich groß, aber Bianconi (Comment. Bonon. Vol. II. p. 365.

übers. im Hamburg. Magazin, XVI Band, S. 476 u. f.) bemerkt, der Schall sey im Winter langsamer, und vollende einen Weg von 13 italiänischen Meilen um 4 Secunden später, als im Sommer. Die Versuche von Cassini, Maraldi und de la Caille sind mit großer Sorgfalt und auf einer Linie von 14636 Toisen angestellt, die sich von der Pyramide auf Montmartre bis zum Thurme von Mont-Lhery erstreckte. Man kan ihr Resultat, von 173 Toisen auf die Secunde, als das richtigste unter allen ansehen. Es zeigte sich dabey auch, daß der schwächere Schall eben so schnell gieng, als der stärkere, daß die Geschwindigkeit beym Regenwetter und bey heiterm Himmel, auch bey Tag und Nacht einerley war, daß sie in allen Theilen des Wegs gleichförmig blieb, daß es einerley war, ob man die Mündung der knallenden Canone nach der einen oder der andern Seite richtete u. s. w. Wenn der Wind nach der Richtung des Schalles, oder derselben entgegen gieng, so muste man die Geschwindigkeit des Windes noch zu der des Schalles hinzusetzen, oder davon abziehen.

Man kan sich dieser Bestimmungen bedienen, um die Entfernungen der Orte zu schätzen, in welchen Licht und Schall zugleich entsteht, wie beym Abfeuern der Gewehre, beym Bliß und Donner u. s. w. Dabey sieht man das Licht wegen seiner ausserordentlichen Geschwindigkeit im Augenblicke der Entstehung selbst; den Schall aber hört man erst nach einer kleinen Zwischenzeit, welche der Schall zu Vollendung seines Wegs nöthig hat. Diese Zwischenzeit giebt die Entfernung des Orts, wenn man für jede Secunde etwa 180 Toisen, d. i. 1240 leipziger Fuß rechnet, s. Donner. Die Tiefe eines Brunnens aus der Zwischenzeit zu finden, binnen welcher man den Schall eines hineinfallenden Steins vernimmt, lehrt Newton (Arithmetica universalis, Probl. 50.).

So verschieden nun auch die Messungen der Geschwindigkeit des Schalles ausfallen, so geben sie doch alle weit mehr, als Newtons blos theoretische Bestimmung; nemlich fast 175 Toisen für die Secunde, da Newton kaum 150 findet. Die Ursache dieses Ueberschußes, der mehr als ein

Sechstel des Ganzen beträgt, hat die Theoretiker sehr beschäftiget. Newton selbst hilft sich, wie wir gesehen haben, mit der Dicke der Lufttheilchen und mit den Dünsten, deren Wirkungen er gerade so groß annimmt, daß die richtigen Resultate herauskommen. Euler (Conjectura physica circa propagationem soni ac luminis. Berol. 1750. 4. §. VII.) ist damit gar nicht zufrieden, und meint, wenn der zehnte Theil der Luft aus harten Kügelchen bestünde, wie Newton annehme, so würde sich die Luft nicht über zehnmal verdichten lassen, welches wider die Erfahrung streite. Aber in Newtons Vorstellung liegt dieses gar nicht. Nach dieser Vorstellung macht zwar der Durchmesser des Lufttheilchens, der eine Linie ist, den 10ten Theil des Abstands vom nächsten Theilchen aus, aber die Summe der Kügelchen selbst, welche Körper sind, beträgt nicht den zehnten, sondern nur den tausendsten Theil des ganzen körperlichen Volumens: also folgt nur, daß sich die Luft nicht über 1000mal comprimiren lasse, welches nicht mehr mit der Erfahrung streitet. Das hätte ein Geometer, wie Euler, sonst auf den ersten Blick übersehen; er ist aber nie unbefangen, wenn er gegen Newton schreibt.

Inzwischen billigt Euler doch die Theorie selbst, und sucht nur die Erfahrungen auf einem andern Wege zu erklären. Er nimmt nemlich an, ein einzelner Pulsus werde zwar genau um 979 englische Fuß in einer Secunde fortgehen, und für diesen Fall sey die Theorie berechnet. Wenn aber mehrere successive Schläge in einer Reihe auf einander folgten, so werde die Geschwindigkeit der ersten Schläge durch den Stoß der folgenden vergrößert, und dies sey der Fall bey den Versuchen, wo also die Geschwindigkeit zugleich von der Anzahl der Schläge (frequentia pulsuum) abhänge. Hieraus würde folgen, daß höhere Töne sich schneller fortpflanzen, als tiefere, wovon man doch bey den Versuchen nichts bemerkt hat. Uebrigens legt Euler eben diese Theorie auch bey der Fortpflanzung des Lichts zum Grunde, und gebraucht da den Einfluß, den die Succession der Schläge auf die Geschwindigkeit der Wellen haben soll, mit zu den Erklärungen der Farbenzerstreuung.

Weit wichtiger ist der Tadel, mit welchem der Professor Gabriel Cramer in Genf, einer der grösten neuern Mathematiker, Newtons Theorie angegriffen hat. Er zeigt nemlich (*Newtoni* Princip. ex edit. P. P. *Jacquier* et *le Sueur*, ad L. II. Prop. 47. p. 364 sqq.), daß der Beweiß der obigen 48sten Proposition (in den neuern Ausgaben ist es die 47ste) nicht schließend sey, weil man ihn mit eben so gutem Erfolg zur Demonstration ganz anderer und offenbar falscher Schlußfolgen brauchen könne. Er erweißt, um ein Beyspiel zu geben, ganz auf eben die Art, wie Newton, daß die hin und hergehenden Theilchen nicht nach den Gesetzen des Pendels, sondern wie die frey fallenden und aufsteigenden schweren Körper, beschleunigt und retardirt werden müssen, welches doch offenbar falsch ist. Nun haben zwar die Commentatoren Newtons Satz durch eine weitläuftige Rechnung zu retten, und den Beweis mehr auf die Natur elastischer Mittel zu gründen gesucht; allein es ist auch hiebey noch zu viel hypothetisches vorausgesetzt, als daß man diese an sich so schöne Theorie für fest gegründet und von allen Schwierigkeiten befreyt halten könnte, zumal, da sie von den Resultaten der Versuche so merklich abweicht.

Herr D. Wünsch, anjetzt Professor zu Frankfurt an der Oder, (Initia novae doctrinae de natura soni. Lips. 1776. 4.) versuchte eine neue Theorie des Schalls zu geben, deren Gründe zu prüfen hier zu weitläuftig wäre. Er nimmt dabey eine der Luft eigne Geschwindigkeit an, mit der sie weicht, wenn man ihr Platz verstattet (celeritas cedendi), und zeigt nach einer eignen Vorstellungsart von der Fortpflanzung des Schalls, daß eben dieses auch die Geschwindigkeit des Schalls seyn müsse. Nach seiner Meinung dringt jede Luftsäule in leere Räume mit derjenigen Geschwindigkeit ein, welche der Höhe ihres Schwerpunkts zugehört. Schwerpunkt aber heißt bey ihm, etwas uneigentlich, derjenige Ort der Säule, der eben soviel Luft über sich, als unter sich, hat (wo z. B. das Barometer auf 14 Zoll steht, wenn es sich an der Erdfläche 28 Zoll hoch hält). Diese Höhe des Schwerpunkts der Luftsäulen über der Erdfläche bestimmt nun Herr Wünsch nach seiner Methode, die ich

beym Worte Höhenmessung (Th. II. S. 636.) erwähnt habe, durch die Unterschiede der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen, und findet sie, wenn das Verhältniß der Gewichte der Luft und des Quecksilbers = 1 : 11900 gesetzt wird, für die Barometerhöhe 28 Zoll; = 17750 pariser Fuß. In dieser Höhe steht alsdann nach ihm das Barometer auf 14 Zoll, und ihr gehört wirklich die Geschwindigkeit von 1037 par. Fuß in einer Secunde zu, welche mit Cassini's Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalls sehr genau übereinstimmt. Herr W. hält dieses Zutreffen für einen starken Beweis der Richtigkeit seiner Theorien, und der Unanwendbarkeit des mariottischen Gesetzes auf freye Luft (s. Luftkreis, oben S. 48.). Auch ist seine Rechnung an sich richtig, und würde nur, wenn sie schärfer geführt wäre, 17648 Fuß statt 17750 geben, welcher Unterschied nicht viel bedeutet. Aber beyde Theorien, sowohl die des Schalles, als die der Höhenmessungen, zeigen gleich in den ersten Gründen soviel Abschreckendes, daß dieses Zutreffen eines Resultats mit der Erfahrung schwerlich mehr, als bloßer Zufall, seyn kan. Es ist zu bekannt, daß man bey Bewegungen flüßiger, zumal elastischer, Materien nicht Schwerpunkte, wie bey festen Körpern, annehmen könne, weil sich hier jeder Theil für sich bewegt; und eben dies ist die Schwierigkeit, welche alle hydrodynamischen und pnevmatischen Theorien, mithin auch die von der Fortpflanzung des Schalles, so schwer und dunkel macht.

In einer und eben derselben Luftmasse werden oft ungemein viele verschiedene Töne zu gleicher Zeit fortgepflanzt, ohne sich zu hindern, wie bey einem vielstimmigen Concerte oder Gesange. Es scheint wunderbar, daß die Luft in einem oft engen und eingeschränkten Orte, Schläge von so verschiedenen Successionsreihen zugleich annehmen und jede Reihe für sich fortpflanzen kan. Herr von Mairan (Mém. de Paris 1737. ingl. Journal des Sav. Juin 1741. p. 174.), dem dies unbegreiflich schien, nahm daher für jeden Ton eine eigne Art von Lufttheilen an, die eine ihm gemäße Elasticität oder Spannung hätten, so daß jeder Ton blos die

ihm zugehörigen Theilchen in Schwingungen setze. Könnte man einen Schall erregen, der gar keine ihm gemäß gespannte Lufttheile hätte, so würde derselbe nach der Meinung dieses Gelehrten gar nicht hörbar seyn. **Euler** (Nova theor. lucis et color. §. 60 sqq.) widerlegt diese Meinung unter andern dadurch, daß ein Mittel aus Theilen von so verschiedenen Elasticitäten gar nicht existiren könne, weil die schwächer gespannten Theile von den stärkern so lange würden zusammengedrückt werden, bis alle einerley Elasticität hätten. Da auch zunächst um einen Theil nur eine gewisse Anzahl anderer Theile Platz hat, so könnten sich nur an wenige Stellen gleich gespannte Theilchen die nächsten seyn; die sich aber nicht die nächsten sind, und durch anders gespannte Theile getrennt wären, könnten sich ihre Bewegung nicht mittheilen, ohne die dazwischen liegenden mit zu bewegen.

Da sich der Schall rings um den schallenden Körper verbreitet, so wird seine Stärke, wie alle um einen Mittelpunkt verbreitete Wirkungen, im umgekehrten Verhältniße des Quadrats der Entfernung vermindert. Uebrigens steht die Stärke des Schalls im directen Verhältniße der Dichte der Luft, der Größe der schallenden Oberfläche, und der Elasticität des schallenden Körpers. Wenigstens nimmt man dies in der Theorie an. Es wäre noch zu untersuchen, in wiefern alle diese Sätze der Erfahrung gemäß sind.

Der Schall kan sich, wenn er stark ist, sehr weit fortpflanzen. Die zu Florenz abgefeuerten Canonen hörte man 50 ital. Meilen weit zu Livorno, und noch 5 Meilen weiter. Bey der Belagerung von Genua hörte man die Schüße 90 ital. Meilen weit (Philos. Trans. n. 113.). Dabey gieng der Schall über das Meer. In gebirgigen Gegenden hört man ihn nicht so weit. **Godin** konnte den Knall einer auf dem Pambamarca abgebrannten 9pfündigen Canone schon in Quito nicht mehr hören, obgleich beyde Orte nur 19000 Toisen weit aus einander sind, weil viele Thäler dazwischen liegen. Die Richtung des Windes hat bekanntlich sehr

großen Einfluß auf die Weiten, bis auf welche man den Schall höret.

Daß verdichtete oder auch eingeschloßne erwärmte Luft den Schall verstärkt, beweiset man durch einen Wecker, der in eine Glocke oder einen papinischen Digestor eingeschloßen wird, und zu der Zeit, auf die er gestellt ist, losschlägt. Man hört ihn in weit größern Entfernungen, wenn die Luft im Digestor comprimirt oder erhitzt ist. Diesen Versuch haben **Hawksbee** (Physico - mechanical experiments), **s'Gravesande** (Elem. Phys. mathem. §. 2354.) und **Zanotti** (Comment. Bonon. Vol. I. p. 173.) angestellt.

Weil der Fortgang der Schläge vom schallenden Punkte aus nach allen Seiten in geraden Linien geschieht, so kan man sich diese Linien als **Schallstralen** (radii sonori) vorstellen, und so die Betrachtung der Wege des Schalles zum Theil auf Geometrie bringen. Die Lehre vom Schalle führt überhaupt den Namen der **Akustik** oder **Phonik**. Einige haben die Betrachtungen des geradlinigten, gebrochnen und zurückgeworfenen Schalles trennen, und nach dem Beyspiele der optischen Wissenschaften eine eigne **Diaphonik** und **Kataphonik** oder **Diakustik** und **Katakustik** entwerfen wollen (The doctrine of Sounds in Philos. Trans. num. 156. p. 472.). Aber von Brechungen des Schalles weiß man noch soviel, als gar nichts. Die Zurückwerfung der Schallstralen von harten Körpern geschieht nach den gewöhnlichen Gesetzen der Reflexionen, s. **Zurückwerfung**. Hierauf beruhen die Erklärungen des Echo, des Sprachrohrs, Hörrohrs, der Sprachsäle u. s. w., von welchen Gegenständen besondere Artikel dieses Wörterbuchs handlen.

Es geschieht aber die Fortpflanzung des Schalls nicht blos durch die Luft, sondern auch durch andere elastische, flüßige und feste Körper. So hört man den Klang eines Weckers, der auf dem Tische unter einer gläsernen Glocke steht. Die schallende Bewegung setzt die Theile des Glases in Schwingungen, und diese theilen sich erst der äussern Luft mit, die sie zum Ohre bringt. Daher ist auch der Schall weit schwächer, als wenn er ganz durch freye Luft gehen kan. Noch schwächer wird er, wenn man über die

erste Glocke noch eine zweyte größere, über diese eine dritte u. s. w. deckt. Kommen weiche Körper in den Weg des Schalles, so wird er dadurch noch mehr geschwächt. Muschenbroek (Introd. To. II. §. 2255.) konnte den Schall eines Weckers ganz unhörbar machen, wenn er ihn mit drey gläsernen Glocken umgab, die mit weichem Tuche überzogen waren, und ihn unten, damit der Tisch den Schall nicht fortpflanze, auf ein dickes weiches Küssen setzte. Ein solches Küssen muß man auch unterlegen, wenn der Schall im luftleeren Raume nicht gehört werden soll. Denn wenn der Wecker auf dem metallnen Teller der Luftpumpe aufsteht, so hört man ihn durch den Teller zwar schwach, aber doch deutlich.

Eben so hört man den auf der Straße erweckten Schall durch die Fenster und Wände des Zimmers. Es ist bekannt, daß Taube sich das Hören erleichtern, indem sie mit den Zähnen einen starken Drath auf den Rand eines Kessels halten, in den man hineinruft. Hiebey geschieht die Fortpflanzung des Schalls großentheils durch elastische feste Körper. Auf welche Art und wie geschwind solche Körper den Schall fortpflanzen, davon weiß man bis jetzt noch nichts bestimmtes; D. Hook (Micrographia in praef.) glaubte den Schall durch einen langen Drath in instanti, oder wenigstens mit der Geschwindigkeit des Lichts, fortpflanzen zu können.

Auch das Wasser pflanzt den Schall fort. Die Taucher hören schwach, aber doch deutlich, unter dem Wasser, was oben in der Luft gerufen wird (Journal des Sav. 1678. p. 178.). Nollet (Leçons de phys. exp. To. III. p. 417.) tauchte selbst unter, und hörte in einer Tiefe von 3 Schuh allerley Laute, die am Ufer gegeben wurden. Aehnliche Versuche hat man auch von Hawskbee (Philos. Trans. num. 321.) und Arderon (Philos. Trans. num. 486.), wobey ein Taucher 12 Schuh tief unter Wasser einen Büchsenschuß, und 2 Schuh tief das Rufen der Menschen vernehmlich hörte. Man hört auch das Klappen elfenbeinerner Kugeln, die an Faden tief unter Wasser versenkt, und zusammengeschlagen werden. Schon diese Versuche bewei-

sen, daß es dem Wasser nicht ganz an Elasticität fehlt, wie man ehedem irrig glaubte, s. Wasser. Es war sonst streitig, ob die Fische hörten; jetzt ist es ein ausgemachter Satz der Naturgeschichte, daß man bey allen Arten derselben wenigstens die innern Gehörwerkzeuge findet (s. *Klein* Mantissa ichthyolog. de sono et auditu piscium. Lips. 1746. 4. *Baker* Letter concerning the Hearing of Fishes in Philos. Trans. num. 486. übers. im Hamburg. Magazin, B. V. S. 655. *Nollet* sur l'ouie des poissons in den Mém. de Paris, 1743. p. 199.).

Endlich kan man auch den Schall noch betrachten, in wiefern er auf unser Gehör wirkt, und durch selbiges von uns empfunden wird. Die Beschreibung des dazu dienenden Werkzeugs im menschlichen Körper findet man beym Worte Gehör: aber wir kennen dasselbe blos der Gestalt nach, und sind nicht im Stande, die eigentliche Bestimmung aller seiner Theile, und die Art und Weise der Einwirkung des Schalls auf sie, genau anzugeben. Das wahrscheinlichste ist, daß der Schall das Trommelsell und die ganze zarte elastische Masse des Labyrinths erschüttere, und in übereinstimmende Schwingungen versetze, die den Gehörnerven mitgetheilt, und so zum Gehirn gebracht werden.

Die Empfindung, welche der Schall in uns erregt, ist lediglich eine Sache des Sinns, und keiner Beschreibung fähig. Wir unterscheiden deutlich die Stärke und Schwäche des Schalls, die Höhe und Tiefe der Töne, welche von der schnellern oder langsamern Succession der Schläge abhängt, nebst einer fast unzählbaren Menge anderer Modificationen, für deren grösten Theil wir nicht einmal Namen haben. Die verschiedenen Arten der Knalle, Laute, Geräusche, die mannigfaltigen Klänge der menschlichen und thierischen Stimmen und der musikalischen Instrumente, die verschiedenen Laute der Vocalen und die Modificationen der Consonanten in den Sprachen u. dgl. sind Beyspiele von dem großen Reichthum der in uns befindlichen Gehörsideen. Es verhält sich damit eben so, wie mit dem Gesicht. Wir vergleichen die Laute, die wir hören, mit dem, was uns die andern Sinne, besonders Gesicht und Gefühl

über die Umstände und Stellen der schallenden Körper lehren, und bilden uns dadurch gewisse Regeln, nach denen wir über das Gehörte urtheilen. Wenden wir diese Regeln in ungewöhnlichen Fällen falsch an, so können Gehörstäuschungen entstehen, eben so, wie es Gesichtsbetrüge giebt. So etwas geht beym Echo vor, wo man schließt, der Schall komme von der reflectirenden Wand u. s. w.

Man wird übrigens noch viele mit diesem Artikel verwandte Bemerkungen bey den Worten **Klang** und **Ton** finden.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2189 sqq.

Newtoni Principia philos. nat. mathem. Lib. II. Sect. VIII.

Euler Coniectura physica circa propagationem soni ac luminis. Berol. 1750. 4.

C. B. Funccii Progr. De sono et tono. Lips. 1779. 4.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. von Lichtenberg, Göttingen, 1787. 8. §. 264 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 696 u. f.

Brisson Dictionnaire rais. de Physique, Art. *Son* et *Propagation du Son*.

Schallende Körper, s. Schall.
Schallstralen, s. Schall.
Schaltjahr, s. Jahr.
Schalttag, s. Jahr.

Schatten, Vmbra, *Ombre*. Der Schatten ist Mangel oder Beraubung des Lichts durch einen im Wege stehenden dunklen Körper. Die vom Lichte abgewendete Seite eines dunkeln Körpers wird nicht erleuchtet, weil der Körper selbst das Licht nicht durchläßt; man sagt daher von ihr, sie stehe im Schatten. Auch Flächen anderer Körper, welche hinter einem dunkeln liegen, werden nicht erleuchtet, weil der dunkle Körper den geradlinigten Fortgang des Lichts aufhält. Daher werfen dunkle Körper auf Flächen, die hinter ihnen liegen, Schatten, in gerader Linie dem Lichte gegenüber. An sich könnten diese Schatten, die nur etwas Negatives sind, nicht gesehen werden: wenn sie aber

von erleuchteten Theilen umringt sind, so bemerkt man ihre Grenzen, und nur dadurch fallen sie in die Augen.

Ist der leuchtende Körper eine Kugel, so bilden die Grenzen, in welchen der Schatten dunkler Kugeln enthalten ist, cylindrische oder konische Räume. Der Schatten der dunkeln Kugel ist cylindrisch, wenn sie gleichen Durchmesser mit der leuchtenden hat, konisch, wenn die Durchmesser ungleich sind. Ist alsdann die dunkle Kugel größer, als die leuchtende, so wird der Schatten, wie ein umgekehrter abgestumpfter Kegel immer breiter, je weiter er fortgeht; ist aber die dunkle Kugel die kleinere so läuft er in eine Spitze zu. Letzteres ist der Fall bey den Schatten, welche die Planeten und Monden der Sonne gegen über von sich werfen, wie Taf. IX. Fig. 27. bey EFH deutlich zeigt.

Nennt man alsdann den Halbmesser der leuchtenden Kugel $SB = R$, den der dunkeln $CF = r$; den Abstand ihrer Mittelpunkte $SC = d$; die Länge des Schattens bis an die Spitze H, oder $CH = l$, so hat man wegen der ähnlichen Dreyecke SBH und CFH

$$SB : CF = SH : CH$$

$$\text{d. i. } R : r = d + l : l$$

$$\text{also } R - r : r = d : l$$

woraus $l = \frac{rd}{R - r}$ folgt. Aus dieser Formel findet man sehr leicht die Länge des Schattens, wenn die Halbmesser der Sonne und des Planeten, nebst dem Abstande beyder Körper, gegeben sind.

Ex. Es ist der Erdhalbmesser $r = 1$, der Sonnenhalbmesser $R = 112$; die Entfernung der Sonne von der Erde $d = 24000$. So wird $l = \frac{1 \cdot 24000}{112 - 1} = 217$. Also die Länge des Erdschattens etwa 217 Erdhalbmesser. Da nun der Mond nur 60 Erdhalbmesser von C absteht, so kan er, wenn er der Sonne gegenüber gesehen wird, gar wohl in diesen Schatten kommen. Geschieht dies bey tr, so ist der Durchschnitt des Schattens daselbst ein Kreis vom Halbmesser mr, wobey wiederum

$$HC : CF = Hm : mr$$

oder $217 : \quad 1 = 217 - 60 : mr$

mithin $mr = \frac{157}{217}$ oder $\frac{8}{11}$ Erdhalbmesser. Da nun des Mondes Halbmesser nur $\frac{3}{11}$ des Erdhalbmessers beträgt, s. Mond, so ist der Erdschatten an diesem Orte fast dreymal breiter, als der Mond, so daß der letztere völlig vom Schatten bedeckt werden kan, s. **Finsterniße.**

Der Schatten, den ein lothrechter Körper, wie AB, Taf. XXI. Fig. 127. auf eine wagrechte Fläche DE wirft, heißt der **gerade Schatten** (umbra recta, *ombre droite)*. Wenn man den leuchtenden Körper S als einen Punkt betrachten darf, so ist SBC der erste Lichtstral, der auf den Boden kommen kan, ohne von AB aufgehalten zu werden, also ist die Länge des geraden Schattens $AC = AB \times$ cotang. C. Auch ist $AB = AC \times$ tang. C.

Hingegen heißt der Schatten eines wagrechten Körpers AB. Fig. 128, auf einer lothrechten Flache DE, der **umgekehrte Schatten** (umbra versa, *ombre verse ou renversée)*. Ist S ein leuchtender Punkt, so wird die Länge des umgekehrten Schattens $AC = AB \times$ tang. B.

Wenn S der Mittelpunkt der Sonnenscheibe ist, so wird der Winkel des Lichtstrals SBC mit der Horizontalfläche die **Sonnenhöhe**, s. **Höhe, eines Gestirns.** Bey Fig. 127. ist dies der Winkel C, bey Fig. 128. ist es B. Mithin findet man den geraden Schatten, wenn man die Länge des dunklen Körpers AB durch die Cotangente, den umgekehrten Schatten, wenn man eben diese Länge AB durch die Tangente der Sonnenhöhe multiplicirt. Auch giebt $\frac{AB}{AC}$, d. i. die Länge des Körpers dividirt durch die Länge des Schattens, beym geraden Schatten, und $\frac{AC}{AB}$ beym umgekehrten die Tangente der Sonnenhöhe.

So massen die Alten die mittäglichen Höhen der Sonne durch den Schatten lothrecht stehender Obelisken oder Gnomons. Plinius (H. N. II. 72.) führt davon Bey-

spiele an. Am Tage der Nachtgleiche war der Schatten in Rom um $\frac{1}{9}$ kürzer, als der Gnomon (In urbe Roma nona pars gnomonis deest umbrae), d. i. $\frac{AB}{AC}$ war $\frac{9}{8}$ oder 1,1250000, welches als Tangente zu 48° 22′ gehört. Dies wäre also die Mittagshöhe der Sonne am Aequinoctialtage, oder die Aequatorhöhe von Rom: vermindert man dieselbe noch wegen der Stralenbrechung und des Halbschattens oder Halbmessers der Sonne um 16′, so erhält man 48° 6′, mithin die Polhöhe 41° 54′. Auch neuere Beobachtungen geben die Polhöhe von Rom 41° 54′.

Wenn die Sonne im Horizonte steht, werden die geraden Schatten unendlich lang, oder es wird die ganze Erdfläche mit Schatten bedeckt. Dagegen sind sie zu Mittag, wenn die Sonne die gröste Höhe hat, am kürzesten. Wenn die Sonnenhöhe 45° beträgt, so sind die geraden Schatten sowohl, als die umgekehrten eben so lang, als die Körper selbst, weil für $B = 45°$ auch $C = 45°$, und also in beyden Figuren 127. und 128. $AC = AB$ wird. In der Geographie bekommen die Bewohner gewisser Theile der Erdfläche Namen, die sich auf die Lage der geraden Schatten daselbst beziehen, s. *Heteroscii*, **Unschattichte, Umschattichte.**

Auf die Betrachtung des geraden und umgekehrten Schattens gründet sich die Einrichtung des **geometrischen Quadrats**, welches **Wolf** (Elem. Optic. §. 172 sqq.) beschreibt. Wenn man nemlich an den beyden Grenzen eines Quadranten Linien zieht, die ihn berühren, so kan man für Winkel bis 45° Tangenten auf eine dieser Linien tragen, und auf die andere Cotangenten für die größern Winkel. Daraus entsteht ein Quadrat mit zwo abgetheilten Seiten, welche die Namen Umbra recta und versa führen. Man gebrauchte dergleichen Werkzeuge, mit Dioptern versehen, im 16 Jahrhunderte zu Höhenmessungen und Beobachtung der Sonnenhöhen.

Sonst findet man auch die Höhe eines Thurms, Baumes u. dgl. durch den geraden Schatten auf folgende Art. Die zu messende Höhe sey AB, Taf. XXI. Fig. 127, der gerade Schatten AC. Man stecke einen Stab von be-

kannter Länge ab lothrecht ein, und messe zu gleicher Zeit die Schatten aC und AC. Wenn dies genau in demselben Augenblicke geschehen ist, in welchem die Sonnenhöhe an dieser Stelle der Erdfläche = C war, so sind die Dreyecke abC und ABC ähnlich, wenn sie auch nicht in einerley Vertikalfläche liegen, wie in der Figur, blos der Kürze halber, angenommen ist. Daher ist aC : ab = AC : AB, und da die drey ersten Glieder bekannt sind, so giebt die Regel Detri das vierte AB, oder die gesuchte Höhe.

Da aber die Sonne nicht ein einziger Punkt, sondern eine ganze Scheibe ist, so entsteht um den wahren Schatten noch ein Halbschatten, welcher die Bestimmung des Punktes C, und alle diese Methoden, Sonnenhöhen und Höhen durch den Schatten zu finden, sehr unsicher macht, s. Halbschatten.

Weil der Schatten allezeit in gerader Linie mit dem leuchtenden und dem dunkeln Körper bleibt, so scheint er sich zu bewegen, so oft einer oder der andere von diesen Körpern seinen Ort ändert. So laufen die Schatten der Wolken über die Felder hin, wenn der Wind die Wolken fortführt, und unser eigner Schatten begleitet überall uns selbst. Indem die Sonne den Tag über von Morgen gegen Abend geht, bewegen sich die Schatten der Körper von Abend gegen Morgen, und wenn man ein Licht nach der rechten Hand fortführt, so sieht man die Schatten der Körper nach der linken gehen.

Bey uns geht die Sonne vom Aufgang an immer mehr gegen den Mittagspunkt zu, mit wachsendem nördlichen Azimuth: also nähert sich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stifts ununterbrochen der Mitternachtsgegend. In der nördlichen Helfte der heissen Zone aber wiederfährt es jedem Orte, daß die Sonne jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung bekömmt, als die Polhöhe des Orts beträgt. Diese Zeit über wächst das nördliche Azimuth der Sonne täglich vom Aufgang an nur eine Zeitlang bis zu einer gewissen Größe, wo es still steht und dann wieder kleiner wird, d. h. die Sonne geht zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher wieder

um und culminirt in der That auf der Nordseite des Zeniths. Daher drehen sich die Schatten lothrechter Stifte zwar des Morgens eine Zeit lang gegen Norden zu, stehen aber hernach still, und drehen sich von da an gegen Süden, so daß sie auch um Mittag südwärts fallen. Nachmittags erfolgt wieder etwas ähnliches, aber auf die entgegengesetzte Art, und so auch für die Orte in der südlichen Helfte der heissen Zone, wenn der Sonne südliche Abweichung größer, als ihre Polhöhe, ist. Dieses **Zurückgehen der Schatten** ist von **Varenius** (Geograph. gener. Sect. VI. cap. 27. prop. 13.) und **Wolf** (Elem. Geograph. math. §. 171.) als eine eigne Merkwürdigkeit der heissen Zone angeführt worden. **Widder** (De Solis et umbrae stili retrogradatione. Groning. 1760. 4.) und **Kästner** (Astronom. Abhdl. Erste Samml. Gött. 1772. 8. S. 244 u. f.) handlen umständlicher davon.

Wenn ein dunkler Körper von mehr Lichtern zugleich erleuchtet wird, so wirft er jedem Lichte gegenüber einen besondern Schatten, mithin so viele Schatten, als Lichter sind. Dem stärkern Lichte gegenüber fällt auch ein stärkerer Schatten. Wo sich mehrere dieser Schatten kreuzen oder vereinigen, da ist auch die Dunkelheit größer, weil diesen Stellen Erleuchtung von mehr Lichtern zugleich entzogen wird. Die Stärke der Dunkelheit wird zwar nicht an sich sichtbar, aber doch durch die Schwäche der etwa noch übrigen Erleuchtung, und durch den Contrast mit dem umliegenden stärker erleuchteten Stellen.

Die Lehre von Verzeichnung der Schatten macht unter dem Namen der **Skiagraphie** einen eignen Theil der Perspectiv aus, der für den Künstler sehr wichtig ist, da von der Stellung des Lichts und der Schatten ein so großer Theil der Wirkung der Gemälde abhängt.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Math. Optik, §. 18 u. f.
Brisson Dict. rais. de Phys. art. *Ombre*.

Schatten, blaue, Vmbrae caeruleae, *Ombres bleues*. Des Morgens und Abends zeigen die Schatten dunkler Körper, die auf weisse Flächen fallen, eine blaue

Farbe. Man kan sich davon sehr leicht durch eigne Beobachtung überzeugen.

Inzwischen ist diese Beobachtung lange Zeit übersehen worden. Nach Priestley ist Otto von Guericke (Exper. nova de vacuo spatio. Amstel. 1672. fol. p. 142.) der erste, der sie anführt. Wenn man in der Morgendämmerung, sagt er, ein brennendes Licht verdeckt, und den Schatten auf ein weisses Papier fallen läßt, so ist dieser nicht schwarz, sondern vollkommen blau. Guericke will dadurch beweisen, daß eine Mischung von Weiß und Schwarz Blau gebe. Nollet aber bringt noch eine weit ältere Erwähnung dieses Phänomens von dem italiänischen Maler Lionardo da Vinci bey, der zu Anfang des 16ten Jahrhunderts lebte, dessen Abhandlung über die Malerey aber erst im 17 Jahrhunderte gedruckt worden ist (Traité de la Peinture, en Italien et en François. à Paris 1651. ch. 328. Pourquoi sur la fin du jour les ombres des corps produites sur un mur blanc sont de couleur bleue). Die beygefügte Erklärung, daß die weisse Mauer an den beschatteten Stellen blos vom blauen Himmel erleuchtet werde, und daher die blaue Farbe desselben zurückwerfe, dagegen die erleuchteten Theile von den Sonnenstralen roth gefärbt würden, ist auch wahrscheinlich die richtige. Nach Otto von Guericke ist diese Erscheinung bis 1742 von keinem Physiker weiter erwähnt worden.

Im Julius 1742 bemerkte Herr von Buffon (Mém. de Paris 1743. p. 217.) gegen Abend, da die Sonne roth untergieng, der Himmel aber heiter und nur gegen Westen dünn mit gelbrothen Dünsten überzogen war, daß die Schatten der Bäume auf einer Mauer eine zarte grüne, etwas ins Blaue spielende Farbe hatten. Der Schatten einer Laube, die nur drey Fuß von der Mauer abstand, war lebhaft grün. Die Erscheinung dauerte fast 5 Minuten, und verschwand zugleich mit dem Sonnenlichte. Am folgenden Morgen bey heiterm Himmel und gelblichen Dünsten in Osten erschienen die Schatten blau, und wurden nach 3 Minuten schwarz. Am Abende desselben Tages erschienen sie wieder grün. Nachdem die trübe Witterung die Beob-

achtungen einige Tage verhindert hatte, waren am siebenten Abende die Schatten nicht mehr grün, sondern blau. Buffon fand sie nachher immer blau, obgleich verschiedentlich schattirt, und bemerkt, es sehe jedermann blaue Schatten, wenn er bey Auf- oder Untergange der Sonne den Finger vor ein weisses Papier halte.

Der Abbe Mazeas (Mém. de l'Acad. de Prusse 1752.) ließ einen dunkeln Körper vom Monde und von einem Lichte zugleich erleuchten, und die Schatten auf eine weisse Wand fallen. Er fand den Mondschatten, den das Licht erleuchtete, röthlich, und den Lichtschatten, auf den der Mond schien, blau. Aber er sucht alles blos aus der Verminderung des Lichts zu erklären.

Melville (Edinburgh Essays Vol. II. p. 75.), der die blaue Farbe des Himmels aus der Zurückwerfung der blauen Stralen von den feinen Dünsten herleitet, bemerkt dabey, wenn man einen Körper auf Papier lege, und bey heiterm Himmel an die Sonne stelle, so sehe der blos vom Himmel erleuchtete Schatten gegen das übrige von der Sonne erleuchtete Papier ziemlich bläulich aus. Er scheint keine der angeführten Beobachtungen zu kennen; dennoch enthält sein Satz die wahrscheinlich richtige Erklärung derselben.

Bouguer (Traité d'optique sur la gradat. de la lum. p. 368.) erklärt die Sache eben so, ob er gleich die blaue Farbe des Himmels nicht von den Dünsten, sondern aus der Zurückwerfung von der Luft selbst herleitet. Er führt an, das Büffonsche Phänomen der blauen Schatten sey schon von den Malern bemerkt worden; vielleicht hat er also die angeführte Stelle des da Vinci gekannt, und daher die Erklärung entlehnt. Er erwähnt auch die Beobachtung vom Schatten der Lichtflamme in der Morgendämmerung, doch ohne Guericken zu nennen.

Beguelin (Mém. de l'Acad. de Berlin, 1767. p. 27.) hat die Sache am sorgfältigsten untersucht, und es ziemlich ausser Zweifel gesetzt, daß die Erscheinung von der Erleuchtung durch die Atmosphäre herrühre. Die grüne Farbe bey Buffons Beobachtung möge von einer zufälligen Beymischung gelber Stralen, oder von einem gelblichen Anstriche

der Mauer hergekommen seyn. Das Blaue in den Schatten werde merklich, sobald die Erleuchtung der angrenzenden Stellen schwach genug sey, wie bey einem niedrigen Stande der Sonne geschehe. Um halb sieben Uhr des Abends, als die Sonne noch 4° hoch stand, war der Schatten seines Fingers noch dunkelgrau, wenn er aber das Papier fast horizontal hielt, daß die Sonnenstralen sehr schief darauf fielen, so erschien das ganze Papier bläulich, und der Schatten darauf schön hellblau. Eine Viertelstunde darauf fieng der Schatten an blau zu werden, wenn auch die Sonne senkrecht auf das Papier schien; wenn man aber dasselbe gegen die Erde kehrte, waren die Schatten, die auf die untere Seite fielen, nicht blau. Um 7 Uhr, als die Sonne noch 2° hoch stand, hatten die Schatten eine sehr schöne blaue Farbe. Im August bemerkte er, daß sie anfiengen, sich blau zu färben, wenn die Sonne noch 7° 8′ hoch stand. Wenn das Sonnenlicht von einem gegenüberstehenden weissen Hause ins Zimmer geworfen wird, so kan man zu jeder Stunde des Tages blaue Schatten erhalten, wenn nur am Orte des Versuchs ein Theil des blauen Himmels sichtbar ist, und alles unnöthige Licht entfernt wird. Dabey kan man sich überzeugen, daß die blaue Farbe genau an denjenigen Stellen des Schattens verschwindet, von welchen man keinen Theil des blauen Himmels sehen kan.

Inzwischen behauptet doch ein neuerer Schriftsteller (Observations sur les ombres colorées, par H. F. T. Paris, 1782. 8.) nach vielen Versuchen, daß man Schatten von allerley Farben erhalten könne, so oft Gegenstände von mehr als einem Lichte erleuchtet werden, und die mehrern Lichter eine bestimmte Proportion ihrer Stärke gegen einander haben, daß also die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, sondern von dem Verhältniße der Lichtstärke herkommen.

Opoix hingegen (Journal de phys. Dec. 1783.) leitet sie aus der Beugung des Lichts her, welche die blauen und grünen Stralen am stärksten ablenke, und in den Schatten bringe.

Priestley Geschichte der Optik, durch Klügel, S. 327 u. f.
Brisson Dict. rais. de Physique. Art. *Ombre*.

Scheibe, s. Rolle.

Scheidewasser, Aqua fortis, *Eau forte*. Diesen Namen geben die Künstler der schwächern Salpetersäure, welche aus dem Salpeter durch Destillation mit gebranntem Vitriol oder Thon ausgetrieben, und zu vielen chymischen Arbeiten, vorzüglich zur Scheidung des Goldes vom Silber, gebraucht wird. Der chymische Name ist Salpetergeist, s. Salpetersäure; diesen geben aber die Künstler nur den reinern und stärkern Sorten, deren Preiße theurer sind.

Das gemeine und verkäufliche Scheidewasser enthält immer einen Antheil von Salzsäure und Vitriolsäure aus den zur Bereitung gebrauchten Materien. Man befreyt es von diesen Beymischungen, indem man etwas von einer schon bereiteten Silberauflösung in Salpetersäure hineintröpfelt, deren Silber sich zum Theil mit diesen fremden Säuren verbindet, und als Hornsilber oder Silbervitriol niederschlägt. Wenn sich nichts mehr niederschlägt, so gießt man das klar gewordene ab, und nennt es gefälltes Scheidewasser: es hat aber alsdann noch etwas Silber bey sich, wovon man es durch Destillation aus einer Retorte im Sandbade befreyen kan.

Aus Destillation des Arseniks mit Salpeter erhält man das sogenannte blaue Scheidewasser, wovon man sonst viel Aufhebens machte. Jetzt ist bekannt, daß jede concentrirte und phlogistisirte Salpetersäure, mit Wasser im gehörigen Verhältniße vermischt, eben diese blaue Farbe annimmt.

In der französischen Sprache wird der Name *Eau forte* auch der Mutterlauge oder ätzenden alkalischen Lauge der Seifensieder gegeben.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Scheidewasser.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe, s. Bewegung, Entfernung, Größe, scheinbare.

Scheinbarer Ort, s. Ort, scheinbarer.

Scheitelkreis, **Vertikalkreis**, **Vertikalcirkel**, Circulus verticalis, *Vertical*, *Cercle vertical*. Jeder gröste Kreis der Himmelskugel, welcher durch das Zenith und Nadir geht, heißt ein Scheitelkreis. Man kan also durch jeden Punkt des Himmels, oder durch jedes Gestirn einen Scheitelkreis führen. Alle diese Kreise stehen auf dem Horizonte senkrecht, weil sie durch die Pole desselben, nemlich durch Zenith und Nadir, gehen. Sie schneiden den Horizont in zween entgegengesetzten Punkten, und werden von ihm in zwo gleiche Helften getheilt. In Bogen dieser Scheitelkreise werden die Höhen der Gestirne und ihre Abstände vom Scheitel ausgedrückt, s. **Höhe, eines Gestirns, Abstand vom Scheitel.**

Man kan durch jeden Punkt des Horizonts einen Scheitelkreis führen. Unter diesen Kreisen heißt derjenige, der durch den wahren Morgen- und Abendpunkt geht, der **erste Scheitelkreis** (Verticalis primarius, *le premier Vertical*). Auch der Mittagskreis am Himmel gehört zu den Scheitelkreisen. Diese Kreise liegen in der unbeweglichen Fläche der Himmelskugel, also treten die Gestirne bey der täglichen Bewegung alle Augenblicke in einen andern Scheitelkreis.

Scheitellinie, **Vertikallinie**, **lothrechte Linie**, Linea verticalis, *Ligne verticale*, *Ligne à plomb.* Die durch Zenith und Nadir gehende Linie, welche also die Axe des Horizonts ist, und mit der Horizontalebne des Orts rechte Winkel macht. Da die Richtung der Schwere, wie die Erfahrung lehrt, an jedem Orte der Erde, auf der Oberfläche des stillstehenden Wassers, oder auf der Horizontalebne ebenfalls lothrecht steht, so ist diese Richtung mit der Scheitellinie einerley. Also fallen schwere Körper, wenn sie frey sind, in der Scheitellinie, und dehnen einen Faden, an den sie gebunden werden, nach dieser Linie aus. Daher giebt die Richtung des **Bleyloths** oder **Senkbleys** (*à plomb*) die Scheitellinie an. Ausnahmen hievon, wegen der Gravitation gegen nahe Berge, werden beym Worte **Gravitation** (Th. II. S. 535.) erwähnt.

Die Scheitellinie ist der gemeinschaftliche Durchschnitt aller Scheitelkreise, und jede durch sie gelegte ebne Fläche heißt eine **Scheitelfläche** oder **Vertikalebne**. Dergleichen sind die Mittagsfläche und die Ebnen aller Scheitelkreise, welche sämtlich auf dem Horizonte lothrecht stehen. In solchen Scheitelflächen werden die Mauern der Gebäude nach dem Bleylothe aufgeführt; sie sind alsdann vor dem Einsturz sicher, weil sich ihre Theile nach eben der Richtung unterstützen, nach welcher sie durch ihre Schwere zum Fallen getrieben werden.

Scheitelpunkt, s. Zenith.

Schiefe der Ekliptik, Obliquitas eclipticae, *Obliquité de l'ecliptique*. Der Winkel, den die Ekliptik mit dem Aequator macht. Die Ekliptik oder Sonnenbahn liegt in der Ebne, in welcher die Erde um die Sonne läuft; und der Aequator bestimmt die Richtung, nach welcher die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt, s. **Ekliptik, Aequator**. Die Schiefe der Ekliptik ist also derjenige Winkel, unter welchem sich die Ebne des jährlichen Umlaufs der Erde gegen die parallelen Ebnen ihrer täglichen Umwälzung neigt. Da so viele Erscheinungen am Himmel von diesen beyden Bewegungen der Erdkugel abhängen, so hat die Größe dieses Winkels einen ungemeinen Einfluß auf die meisten astronomischen und geographischen Bestimmungen.

Nach den Regeln der Sphärik wird der Winkel zweener grösten Kreise, oder die Neigung ihrer Ebnen gegen einander durch den Bogen eines dritten grösten Kreises gemessen, der beyde vorige da, wo sie am weitsten von einander abstehen, oder 90° weit von ihren Durchschnittspunkten rechtwinklicht durchschneidet. Nun sind die Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators die Nachtgleichen, und 90° weit von denselben stehen in der Ekliptik die Sonnenwenden oder Solstitialpunkte, bey welchen Ekliptik und Aequator am weitsten auseinander stehen. Zieht man durch einen Solstitialpunkt einen dritten grösten Kreis

auf den Aequator senkrecht, also durch beyde Pole, so ist dieser (der Kolur der Sonnenwenden) ein Abweichungskreis, s. Abweichungskreis; und der Bogen desselben, der zwischen den Aequator und den Solstitialpunkt fällt, ist die Abweichung der Sonne, wenn sie sich in der Sonnenwende befindet. Dies zusammengenommen giebt den Satz: **Die Abweichung der Sonne in den Sonnenwenden ist das Maaß der Schiefe der Ekliptik.**

Um die Zeit der Sonnenwenden ändert sich die Abweichung der Sonne einige Tage lang nicht beträchtlich. Man pflegt daher die Mittagshöhe der Sonne am längsten Tage zu beobachten, wovon die Aequatorhöhe des Orts abgezogen, die Abweichung der Sonne für den Augenblick der Beobachtung übrig läßt, s. **Abweichung.** Diese Abweichung kan man ohne merklichen Fehler für den ganzen Tag, mithin auch für den Augenblick des eigentlichen Solstitiums gelten lassen; sie giebt also die Schiefe der Ekliptik. Auf eine ähnliche Art könnte man am kürzesten Tage verfahren; aber alsdann steht die Sonne im Mittage zu niedrig, und die Beobachtung wird unsicherer. Die Astronomie lehrt noch mehr Methoden, die Schiefe der Ekliptik durch Beobachtungen zu finden. Durch diese Mittel hat man ihre Größe ohngefähr auf $23\frac{1}{2}°$ bestimmt.

Nach dem **Plinius** (H. N. II. 8.) hat **Anaximander** zuerst die Schiefe der Ekliptik gefunden (Obliquitatem signiferi intellexisse, hoc est rerum fores aperuisse traditur primus Anaximander Milesius, olympiade LVIII.). Die berühmteste Beobachtung derselben aus dem Alterthum ist die von **Pytheas** zu Massilien (dem heutigen Marseille), deren **Cleomedes** (Cyclica theor. L. I. c. 7.) und **Strabo** (Geogr. L. II.) erwähnen. Der letztere führt aus dem Hipparchus an, Pytheas habe am Tage der Sonnenwende zu Massilien das Verhältniß des Gnomons zu seinem mittäglichen Schatten eben so groß gefunden, als es zu Byzanz sey; daselbst aber wirft, wie Strabo bald darauf erzählt, ein Gnomon von 120 Theilen am Mittage des längsten Tages einen Schatten von 42 Theilen weniger einem Fünftel. Das Verhältniß $120 : 41\frac{4}{5} = 600 : 209$ giebt die Tangente

der Sonnenhöhe = $\frac{600}{209}$ = 2,8708612, s. Schatten, wofür aus den Tafeln die scheinbare Höhe selbst = 70° 47′ 41″ gefunden wird. Diese wegen der Refraction und Parallaxe um 17″, und wegen des Halbmessers der Sonne um 15′ 49″ vermindert, giebt für die Höhe des Mittelpunkts 70° 31′ 35″. Hievon die Aequatorhöhe von Marseille, oder 46° 42′ 12″ abgezogen, läst für die Schiefe der Ekliptik zur Zeit des Pytheas (350 Jahre vor C. G.) 23° 49′ 23″ übrig. Gassendi (De proportione gnomonis ad umbram solstitialem in Opp. To. IV.) und Louville (Diss. de mutabilitate eclipticae in Act. Erud. Lips. 1719. p. 281 sqq.) haben diese Beobachtung umständlich berechnet, und mit neuern zu Marseille gemachten verglichen. Ich habe hier die Angaben des Ritter Louville mitgetheilt.

Ptolemäus behält im Almagest die Bestimmung des Eratosthenes bey, von dem er erzählt, daß er den Abstand der beyden Wendekreise = $\frac{11}{83}$ des Meridians oder grösten Kreises, d. i. 47° 42′ 39″ gefunden habe. Die Helfte hievon giebt die Schiefe der Ekliptik (250 J. v. C. G.) 23° 51′ 20″.

Neuere Beobachtungen geben sie fast übereinstimmend nach der Ordnung ihres Alters kleiner. Man wird dies aus folgendem Verzeichniße übersehen, dessen ältere Angaben aus Louville, die neuern aus Kästner (Astronom. Abhdl. Erste Samml. III. S. 343.) entlehnt sind.

Jahre		Beobachter	Schiefe der Ekliptik		
v. C. G.	360	Pytheas	23°	49′	23″
—	250	Eratosthenes	23	51	20
n. C. G.	830	Almamon	23	35	0
	969	Al-Batani	23	35	0
	1540	Copernikus	23	28	8
	1595	Tycho de Brahe	23	29	25
	1661	Hevel	23	29	7
	1691	Flamstead	23	28	32
	1703	Bianchini	23	28	35
	1709	Horrebow aus Römers Beob.	23	28	47

1737	da la Condamine	23° 28′ 24″
1743	Cassini de Thury	23 28 35
1750	de la Caille	23 28 19
1751	Bradley	23 28 18
1756	Mayer	23 28 16.

Hieraus hat nun schon **Louville** geschloßen, daß der Winkel der Ekliptik mit dem Aequator veränderlich sey, obgleich **Gassendi**, **Riccioli** (Almag. nov. p. 164.), **Hevel** (Prodr. Astr. p. 37. 42.), **Gregory** (Elem. astr. phys. et geom. L. II. pr. 19.), **Cassini** (Elemens d'astr. p. 113.) den Unterschied blos auf Fehler der alten Beobachtungen schieben wollen. Die neuern Astronomen nehmen allgemein an, daß die Schiefe der Ekliptik geringer werde: **Louville** setzt die Verminderung in 100 Jahren auf 1 Min., **de la Caille** auf 44 Sec., **de la Lande** auf 1 Min. 28 Sec. **Euler** (Theor. motus planet. et com. Berol. 1744. p. 98.) sahe es für möglich an, daß diese Verminderung nicht von einer regelmäßigen Ursache, sondern von Kometen, herrühre. Nachher aber hat er sie von den Wirkungen der Planeten hergeleitet, und die Rechnung darüber (Mém. de l'Acad. de Prusse 1754. p. 296.) zuerst geführt. Herr **de la Lande** hat solche Berechnungen auch angestellt (Mém. de Paris 1758. 1761.); es sind aber gewisse Data zu denselben, z. B. die Masse der Venus, noch nicht mit völliger Sicherheit ausgemacht.

Ausserdem ist die Schiefe der Ekliptik einer periodischen Veränderung unterworfen, nach welcher sie 9 Jahre lang wächst, und 9 Jahre wieder abnimmt, so daß der gröste Unterschied 18 Secunden beträgt, s. **Wanken der Erdaxe**. Die mittlere Schiefe läßt sich anjetzt schon nicht mehr über 23° 28′ 0″ setzen.

Um diese Größe stehen die Wendekreise vom Aequator, und die Pole der Ekliptik von den Polen des Aequators ab, weil sich die Axen gröster Kreise gegeneinander unter eben dem Winkel, wie die Kreise selbst, neigen. Mithin werden die Stellen der Wendekreise und Polarkreise am Himmel und auf der Erde durch die Schiefe der Ekliptik

bestimmt, und hierauf beruht die Eintheilung der Erdfläche in Zonen, s. **Erdstriche.** Je mehr die Schiefe abnimmt, desto näher rücken die Wendekreise dem Aequator, und die Polarkreise den Polen; desto mehr breiten sich also die gemäßigten Zonen aus, und desto enger ziehen sich die heisse und die kalten zusammen. Sollte es endlich dahin kommen, daß die Schiefe bis auf Null abnähme, und die Ekliptik mit dem Aequator zusammenfiele (welches nach Louville von jetzt an in 140800 Jahren geschehen müste), so würde sich die gemäßigte Zone über die ganze Erdfläche verbreiten, und überall würde eine beständige Nachtgleiche und ein ewiger Frühling herrschen. **Herodot** gedenkt einer Tradition der Egypter, daß die Ekliptik einst auf den Aequator senkrecht gestanden habe. Hieraus und aus der Angabe chaldäischer Beobachtungen von 403000 Jahren will **Louville** schließen, diese Völker hätten die Abnahme der Schiefe der Ekliptik gekannt, und diese vermeinten uralten Beobachtungen bezögen sich blos auf die berechnete Zeit des supponirten senkrechten Standes beyder Kreise.

Eugen. Louville Diss. de mutabilitate Eclipticae in Act. Erud. Lips. a. 1719. p. 281 sqq.

Weidler Hist. astron. Cap. V §. 39. p. 122.

Kästner Astronom. Abhdl. Erste Sammlung, Göttingen, 1772. 8. S. 341 u. f.

Schiefe Ebne, Schiefe Fläche, Planum inclinatum, *Plan incliné.* Man kan im Allgemeinen jede ebne Fläche, gegen welche irgend eine Kraft unter einem schiefen Winkel wirkt, in Rücksicht auf diese Kraft eine schiefe Ebne nennen. Insbesondere aber giebt man diesen Namen denjenigen Flächen, welche mit der Horizontalfläche, mithin auch mit der Scheitellinie oder der Richtung der Schwere, schiefe Winkel machen. Bey Erhebung schwerer Lasten kan man durch solche Flächen Vortheile in der Kraft erhalten; daher die schiefe Ebne von den neuern Mechanikern mit zu den einfachen Potenzen gerechnet wird, s. **Potenzen.**

Um die Wirkung der Kräfte auf schiefe Ebnen im Allgemeinen zu bestimmen, sey Taf. XXI. Fig. 129. AB der Durchschnitt einer festen Fläche mit einer auf ihr lothrecht stehenden Ebne, welche in der Figur die Ebne des Papiers ist. In der Ebne dieses Durchschnitts wirke gegen die Fläche AB eine Kraft = L, nach der schiefen Richtung PM. Aus M errichte man senkrecht auf AB das Loth MN; und nenne den Winkel, den die Richtung der Kraft PM mit diesem Lothe macht, = o; so wird sich die Kraft L (welche durch PM vorgestellt wird) in die beyden Theile NM = L. cos o, und PN = L. sin o zerlegen lassen, s. **Zerlegung der Kräfte**. Der Theil NM, der auf die Fläche AB senkrecht wirkt, wird von der Festigkeit derselben völlig aufgehoben; also bleibt nur der mit AB parallele Theil PN übrig, und die ganze Wirkung besteht darinn, daß der Punkt M nach der Richtung der Fläche selbst mit der Kraft L. sin o fortgetrieben wird.

Man wende dies auf eine gegen den Horizont geneigte, und mit einem schweren Körper belastete Fläche an, wie AB, Taf. XXI. Fig. 130. Wenn man bey einer solchen Fläche durch B die Horizontallinie BC zieht, und aus A die Scheitellinie AC herabläßt, so entsteht das rechtwinklichte Dreyeck ABC, wo BC die Grundlinie, AC die Höhe, AB die **Länge** der schiefen Fläche heißt. Drückt nun auf diese Fläche ein schwerer Körper P vom Gewichte L nach der Richtung der Schwere PM, so macht diese Richtung mit dem Perpendikel PQ eben den Winkel, den die Horizontallinie BC mit der Fläche BA selbst macht, oder der Winkel o Fig. 129. ist hier = B, daher ich den Winkel B auch in Fig. 130. mit o bezeichne. Mithin wird die Fläche AB von P mit der Kraft L. cos o gedrückt, und der Körper P selbst wird mit der Kraft L. sin. o längst der Fläche herabgetrieben. Weil sin o jederzeit < 1, so ist diese Kraft allezeit < L, oder kleiner, als das Gewicht des Körpers. Sie heißt das respective Gewicht von P, und giebt durch die Masse L dividirt, die beschleunigende Kraft, die jeden Theil von P zum Herabfallen längst der Fläche AB treibt, oder die

respective Schwere = $\sin o$, wobey die absolute Schwere = 1 gesetzt ist.

Zieht nun an diesem Körper eine Kraft K, und sollicitirt seinen Schwerpunkt nach der Richtung PRK, welche mit der Fläche AB den Winkel PRQ = u macht, so wird sich auch K oder PR in die beyden Theile PQ = K. $\sin u$ und QR = K. $\cos u$ zerlegen lassen, wovon der erste gegen die Fläche senkrecht wirkt, und durch ihre Festigkeit aufgehoben wird, der andere aber den Körper nach der Richtung QR aufwärts zieht.

Soll also der Körper durch den Zug von K nur gerade erhalten werden, so muß dieser letzte Theil oder K $\cos u$ das respective Gewicht L. $\sin o$ gerade aufheben, also demselben gleich seyn, weil beyder Richtungen entgegengesetzt sind. Es findet also zwischen K und L das Gleichgewicht statt, wenn

$$K . \cos u = L . \sin o, \text{ oder wenn}$$
$$K : L = \sin o : \cos u.$$

Ex. 1. Ist der Zug der Kraft PK mit der Fläche AB gleichlaufend, so verschwindet u, und sein Cosinus wird = 1. Daher ist für den Fall des Gleichgewichts K : L = $\sin o : 1$. Es ist aber im Dreyecke ABC, $\sin o : 1$ = AC : AB. Oder das Gleichgewicht findet statt, wenn sich die Kraft zur Last verhält, wie AC : AB, d. i. wie die Höhe der schiefen Ebne zur Länge derselben.

Ex. 2. Ist der Zug der Kraft PK horizontal, oder mit BC parallel, so wird u der Wechselswinkel von o, also $\cos u = \cos o$. Daher ist fürs Gleichgewicht K : L = $\sin o : \cos o$, d. i. im Dreyecke ABC, = AC : BC. Oder das Gleichgewicht findet statt, wenn sich die Kraft zur Last verhält, wie AC : BC, d. i. wie die Höhe der schiefen Ebne zur Grundlinie.

Ex. 3. Ist u gerade das Complement von o, so wird $\cos u = \sin o$, also K = L, und die Kraft muß der Last gleich seyn, wenn sie dieselbe erhalten soll. Wird u noch größer, so muß auch K > L werden.

Die Kraft vermag am meisten, wenn $\cos u$ so groß, als möglich, d. i. = 1, ist; also im Falle des ersten Exem-

pels, oder wenn sie gleichlaufend mit der schiefen Ebne zieht. Alsdann wirkt sie ganz dem respectiven Gewichte der Last entgegen, und braucht also nur so groß als dieses zu seyn. In allen andern Richtungen muß sie größer seyn, weil ein Theil von ihr blos Druck gegen die Fläche erzeugt, und auf die Last gar nicht wirkt.

Wenn im ersten Exempel die Kraft K durch B A gegangen ist, so hat sie die Last L, ihrer Schwere entgegen, durch eine senkrechte Höhe = C A gehoben. Also ist der Weg von K zum Wege von L, wie B A zu C A, oder wie L : K. Im zweyten Exempel wird die Last durch C A senkrecht gehoben, indem die Kraft durch einen Raum = B C geht. Also sind die Wege von K und L, wie B C zu C A, oder auch wie L und K. Man sieht hieraus, daß sich auch hier die Wege umgekehrt, wie die im Gleichgewichte stehenden Kräfte, verhalten, oder daß eben so viel an Raum und Geschwindigkeit verlohren wird, als man an Kraft gewinnt.

Der Druck gegen die Fläche A B ist nach dem vorigen wegen der Last = L. cos o, und wegen der Kraft = K. sin u. Der letztere Theil ist negativ, wenn die Richtung der Kraft, wie P k, so weit aufwärts geht, daß ihr Durchschnitt mit der Fläche, oder r, unterhalb Q fällt, oder der Winkel u eine der vorigen entgegengesetzte Lage bekömmt. Alsdann zieht die Kraft den Körper P von der Fläche abwärts. Die Summe des ganzen Drucks ist

$$L. \cos o + K. \sin u$$

wo sin u mit dem gehörigen Zeichen zu nehmen ist. Im Ex. 1., wo sin u verschwindet, ist dieser Druck = L. cos o; im Ex. 3., wo cos o = sin u und K = L, wird er = 2 L. cos o; oder, wenn die Kraft vertikal aufwärts zieht (wo sin u = — cos o) = Null, u. s. w.

Bey dieser ganzen Theorie wird vorausgesetzt, daß die Fläche den Punkt Q hindere, nach der Richtung P Q fortzugehen, welches geschieht, wenn sie den Körper entweder in Q selbst, oder wenigstens in zween Punkten der Linie A B auf beyden Seiten von Q berühret. Findet die Berührung nur auf einer Seite von Q statt, so fällt der Körper

nach der andern Seite zu eben so um, wie auf der wagrechten Fläche, wenn sein Schwerpunkt nicht unterstützt ist.

Ich habe diese Theorie der schiefen Fläche nach Herrn Kästners Beyspiel aus der Lehre von Zerlegung der Kräfte hergeleitet. Sehr leicht kan man sie aus Stevins Grundsatze vom Gleichgewichte dreyer Kräfte übersehen, s. **Gleichgewicht**. Zieht man nemlich in der Figur noch Qm mit PM parallel, so sind die drey Seiten des Dreyecks PQm gleichlaufend mit den Richtungen der Kraft PR, der Last PM, und des Widerstands der Fläche nach QP. Im Gleichgewichte also werden sich diese drey Kräfte, wie die drey Seiten Pm, mQ, QP, oder wie die Sinus der ihnen gegenüberstehenden Winkel Q, P, m verhalten. Es ist aber der Winkel $Q = o$; $P = 90° - u$; und der Nebenwinkel von $m = Q + P = 90° - u + o$. Daher

$$K : L = \sin Q : \sin P = \sin o : \cos u$$

$$\text{Druck gegen die Fl.} : K = \sin m : \sin Q = \cos(u - o) : \sin o$$

$$\text{Druck gegen die Fl.} : L = \sin m : \sin P = \cos(u - o) : \cos u$$

woraus sich auch leicht der vorige Ausdruck für den Druck gegen die Fläche herleiten läst.

Stevins Satz ist nur für einen Grundsatz nicht einleuchtend genug, um ihn ohne Beweis anzunehmen, und mit **Varignon** die ganze Statik darauf zu bauen, obgleich sein Erfinder eine sehr sinnreiche Bestätigung desselben anführt. Man denke sich, sagt er, um das ganze Dreyeck ABC (Taf. XXI. Fig. 131.) eine zusammenhängende Kette von lauter gleich großen und gleich schweren Gliedern gelegt. Die Theile AB und AC werden durch ihr Gewicht nach verschiedenen Seiten ziehen. Wenn sie sich nun nicht das Gleichgewicht hielten, so würde der stärkere Theil den schwächern bewegen, woraus eine ewige Bewegung der Kette um das Dreyeck entstehen würde. Da nun dies anzunehmen thöricht ist, so muß man zugeben, daß Gewichte oder Kräfte, die nach den Seiten eines Dreyecks wirken, wenn sie sich, wie die Längen der Seiten verhalten, im Gleichgewichte sind. Hiebey ist zwar die dritte Seite BC horizontal angenommen; man sieht aber leicht, daß man diesen Experimentalbeweis mit einiger Veränderung auch auf Dreyecke, deren

Grundlinie schief liegt, anwenden, und so eine allgemeine Bestätigung des Gesetzes vom Gleichgewichte dreyer Kräfte daraus herleiten könne.

Unmittelbar lehrt Stevins Betrachtung nur den Satz, daß sich zwey Gewichte K und L, Taf. XXI. Fig. 132, die auf den Seiten eines Dreyecks ABC von wagrechter Grundlinie liegen, im Gleichgewichte, wie AC : AB verhalten müssen. Dies fließt aus der vorigen Theorie so. Ihre respectiven Gewichte sind K. sin C und L. sin B. Diese müssen gleich seyn. Also K : L = sin B : sin C = AC : AB.

Andere mechanische Schriftsteller, z. B. **Wolf** (Anfangsgr. der Mechanik, Halle, 1716. 8. §. 113 u. f.) gründen die Beweise dieser Theorie auf die Lehre vom Hebel. Sie stellen sich Fig. 130. die Last L in einem Punkte der Linie PM vor, nach deren Richtung sie wirkt, und betrachten den Berührungspunkt Q als den Ruhepunkt eines Winkelhebels, dessen beyde Arme QP und der aus Q auf PM gefällte Perpendikel sind. Hieraus folgt nun nach der Theorie des Hebels, daß sich K und L beym Gleichgewicht, wie die Perpendikel aus Q auf PM und PK verhalten. Diese Perpendikel aber stellen, wenn man PQ für den Sinustotus annimmt, die Sinus der Winkel QPM und QPK vor, deren erster = o, der zweyte 90° — u ist. So folgt K : L = sin o : cos u. Die beyden besondern Sätze in Ex. 1 und 2 lassen sich auf diesem Wege sehr leicht, und ohne alle Betrachtung trigonometrischer Linien erweisen. Aber die Vorstellung, daß Q der Ruhepunkt eines Winkelhebels sey, hat etwas erzwungenes. Sie ist für die Fälle, wo der Körper die Fläche AB in mehrern Punkten berührt, undeutlich, und für die, wo er sie in Q gar nicht berührt, unnatürlich.

In der Ausübung macht das Reiben beträchtliche Ausnahmen von dieser Theorie. Es fällt zwar großentheils weg, wenn der Körper P eine Kugel oder Walze ist, weil er sich alsdann auf der Fläche nicht schiebt, sondern rollet, s. Reiben. In andern Fällen aber, z. B. wenn er ein Parallelepipedum ist, richtet sich sein Reiben nach der

Größe seines Drucks gegen die Fläche, welcher = L. cos o ist. Dieses Reiben verhindert ihn zu fallen, wenn gleich die Fläche ein wenig schief ist, bis endlich der Winkel o so groß wird, daß das respective Gewicht L. sin o dem Reiben gerade gleich ist. Alsdann darf man den Winkel o nicht weiter vergrößern, wenn der Kørper nicht fallen soll. Dieser Winkel o heißt der **Ruhewinkel**. Er zeigt, wie sich das Reiben zum Drucke verhalte, nemlich wie L. sin o: L. cos. o, d. i. wie tang o : 1, oder wie die Tangente des Ruhewinkels zum Sinustotus. Versuche hierüber sind beym Worte **Reiben** angeführt.

Kugeln und Cylinder, die auf schiefen Flächen liegen, hindert das Reiben wenigstens herabzuglitschen. Wenn man also ihr Rollen verhütet, oder gar ein Rollen nach der entgegengesetzten Seite veranlasset, so bleiben sie stehen, oder laufen gar aufwärts. Ein Cylinder z. B. dessen nach A (Fig. 130.) gekehrte Helfte von Bley, die nach B gekehrte von Holz ist, hat seinen Schwerpunkt nicht in P, sondern weiter nach A zu. Er rollt daher so, daß die schwerere Helfte herabwärts geht, und steigt auf der Fläche in die Höhe, bis sein Schwerpunkt in die Linie PQ kömmt. Dieses scheinbare Steigen ist doch im Grunde ein Sinken, weil der Schwerpunkt am Ende tiefer steht, als zuerst. Von diesem Cylinder mit ungleichschweren Seiten handlet **Desaguliers** (Course of exper. philos. Vol. I. Lect. 1. annot. 12.) und analytisch **Kästner** (Deutsche Schriften der königl. Ges. der Wiss. Göttingen, 1771. S. 113.). Wenn man dem Schwerpunkte nur ein kleines Uebergewicht verstattet, so erhält man eine Kraft, die ein inwendig angebrachtes Räderwerk umtreiben, und durch ein Hemmwerk so regulirt werden kan, daß das Aufsteigen oder Herabgehen des Cylinders ein darinn eingeschloßnes Uhrwerk treibt. Eine solche Uhr, die sich selbst eine schiefe Fläche hinabtreibt, und durch das Aufwälzen wieder aufgezogen wird, beschreibt **Robert Wheeler** (Philos. Transact. n. 161. p. 647.). Dahin gehört auch der doppelte Kegel, der über zwoen schiefen Flächen aufwärts zu rollen scheint, indem sein Schwerpunkt, welcher in der That sinkt, Stellen, die seinen Spi-

tzen näher liegen, an höhere Punkte der beyden Flächen bringt. Von diesem Kegel handlet Kraft (Explicatio phaenomeni paradoxi de adscensu coni duplicis in altum spontaneo Comm. Nov. Acad. Petrop. To. VI. p. 389.). Wäre das Reiben nicht stark genug, so würde sich ein solcher Kegel zurückschieben, und nicht rollen.

Die schiefe Fläche wird oft gebraucht, um Lasten nach und nach zu erheben, wie die Winde der Schifsbaumeister die Schiffe auf einen schrägen Boden heraufzieht. Bisweilen wird auch die Fläche selbst fortgeschoben, um eine Last, die nicht ausweichen kan, dadurch zu erheben, daß man nach und nach höhere Theile der Fläche unter sie bringt. Eine schöne Anwendung hievon ist die Vorrichtung zu Rechtstellung gesunkener Balken in Gebäuden, welche Sheldon und Polhem (Schwed. Abhdl. 1746. S. 45 u. f.) beschreiben, und die man auch im Büsch (Versuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens, Hamburg, 1776. 8. Mechanik, §. 43.) erklärt findet. Wenn der Widerstand, den man überwinden soll, schief gegen den Horizont wirkt, so braucht man Flächen, die gegen diesen Widerstand schief sind, und so kan selbst eine Horizontal- oder Scheitelfläche als schiefe Ebne gebraucht werden. Auf die Sätze von der schiefen Fläche gründen sich übrigens die Theorien der Schraube und des Keils, s. Schraube, Keil.

Von dem Falle der Körper auf schiefen Ebnen, s. Fall der Körper (Th. II. S. 127 u. f.). Er erfolgt nach eben den Gesetzen wie der freye Fall; nur langsamer, weil die Körper blos von ihrer respectiven Schwere getrieben werden, welche = sin o ist. Daher sind die Formeln für den Fall auf schiefen Ebnen ganz einerley mit den Formeln für den freyen Fall, nur daß in jenen da sin o gesetzt werden muß, wo beym freyen Falle 1 gesetzt ist.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Mathem. Mechanik. Göttingen, 1780. 8. §. 95 u. f.

Schielen, Strabismus, Luscitas relativa, *Strabisme.* Dieser Gesichtsfehler besteht darinn, daß die Schie-

lenden (Strabones, *Strabites*, *Louches d'un oeil*) die Axe des einen Auges auf die Seite wenden, indem sie mit dem andern gerade auf einen Gegenstand sehen. Vom Schielen unterscheidet sich das Schiefsehen (Luscitas, Visus obliquus) dadurch, daß der Schiefsehende (Luscus, *Louche des deux yeux*) mit beyden Augen nur das seitwärts liegende deutlich sieht, und also, um etwas deutlich zu betrachten, beyde Augen zugleich auf die Seite wendet, s. Gesichtsfehler.

De la Hire (Sur les differens accidens de la vue. Mém. de Paris. 1694.) erklärt das Schielen für einen Fehler im innern Bau des Auges, wobey der empfindliche Theil der Netzhaut nicht in die Richtung der Augenaxen, sondern etwas mehr zur Seite falle. Dieser Theorie zufolge würde das Schielen unheilbar seyn; aber sie ist wohl nicht die richtige, und macht mehr das Schiefsehen, als das eigentliche Schielen mit einem Auge begreiflich.

Die gemeine Meinung ist, daß dieser Fehler von einer allzustarken Zusammenziehung gewisser Augenmuskeln, und der Erschlaffung ihrer Antagonisten herkomme, und seinen ersten Grund in einer in der Kindheit angenommenen Gewohnheit habe. Die ältern Aerzte schrieben deswegen vor, die Kinder eine Art von Maske mit Löchern oder Röhren vor den Augen tragen zu lassen, damit man sie nöthige, beyde Augenaxen in gehöriger Uebereinstimmung gerade auf den Gegenstand zu richten.

D. Jurin (s. Smiths Lehrbegrif der Optik, nach der deutschen Ausgabe von Kästner, S. 395 u. f.) bemerkte, daß bey den Schielenden der Augapfel des einen Auges gehörig in der Mitte bleibt, der andere aber gewöhnlich nach der Nase hin, oder auch nach andern falschen Richtungen gezogen wird, so daß die beyden Axen niemals auf einerley Punkt gerichtet sind. Er glaubt, ein Kind gewöhne sich zu diesem Fehler, wenn man es in der Wiege so lege, daß es das Licht oder eine andere in die Augen fallende Sache nur mit einem Auge sehen könne. Sey es einmal in dieser Gewohnheit bestärkt, so würden die vorgelegten Masken nichts helfen. Er räth vielmehr, das Kind wenn es die Augen zu richten versteht, vor sich treten, das schielende Auge zuschlie-

ßen, und sich mit dem unverwendeten anblicken zu lassen. Wenn es alsdann das geschloßne Auge öfne, so werde man es durch anhaltende Bemühung so weit bringen können, daß auch dieses sonst schielende Auge wenigstens eine kurze Zeit mit dem andern übereinstimmend gerichtet bleibe. Diesen Versuch müsse man unabläßig wiederholen, und in der Folge auch in andere Entfernungen und seitwärts gegen das Kind treten, wodurch sich die üble Gewohnheit immer mehr vermindern werde. Erwachsene könnten dieses alles mit Hülfe eines Spiegels für sich allein thun; nur werde desto mehr Geduld erfordert, je älter die Gewohnheit sey.

Herr von Büffon (Mém. de Paris, 1743. p. 329 sqq.) hat durch sorgfältige Untersuchungen erwiesen, daß die Hauptursache des Schielens in der ungleichen Güte beyder Augen liege. Wenn ein Auge viel stärker, als das andere, ist, so ist das Bild in dem schärfern Auge deutlicher, als in dem stumpfern, und solche Personen sehen mit einem Auge allein deutlicher, als mit beyden zugleich. Es ist daher kein Wunder, wenn sie sich gewöhnen, das gute allein zu brauchen, und das andere auf die Seite zu kehren. Buffon glaubt, wenn die Ungleichheit allzugroß sey, so sey es unmöglich, das Schielen zu heben, man müste denn die Augen durch den Gebrauch schicklicher Gläser gleicher machen. Je geringer die Grenzen des deutlichen Sehens sind, desto mehr Einfluß hat die Ungleichheit der Augen auf die Deutlichkeit der Bilder. Da nun diese Grenzen durch mehr Uebung des Auges größer werden, und sich auf beyden Seiten erweitern, so schielen Erwachsene nicht so häufig, als Kinder, und dieser Gesichtsfehler verliert sich oft von selbst mit den Jahren. Als das beste Heilmittel schlägt er vor, das schwächere Auge durch beständige Uebung zu stärken, und zu dem Ende das gute auf eine lange Zeit ganz zu bedecken, welches er auch durch Erfahrungen einiger Oculisten und Aerzte bestätiget. Daß Schielende das schwächere Auge gegen die Nase kehren, erklärt er daraus, weil sich in dieser Lage die Richtung desselben von der Richtung des stärkern am meisten entfernet, auch viele Gegenstände von der Nase verdeckt werden, deren undeutliche Bilder sonst das

scharfe Sehen hindern würden. Er fügt hinzu, bey einigen Schielenden sey durch Bedeckung des guten Auges in wenigen Minuten das schlechte durch Anstrengung so stark geworden, daß sie selbst darüber erstaunt wären; und in solchen Fällen könne man sich von einer längern Bedeckung die besten Folgen versprechen.

D. Reid (Inquiry into the human mind. p. 253 sqq.) hat mehr als zwanzig Schielende untersucht, und bey allen eine ausgezeichnete Schwäche des einen Auges gefunden. Vier von ihnen konnten noch mit dem schwachen Auge etwas deutlich sehen, wenn das gute geschloßen war: die übrigen sahen mit dem schlechten allein gar nichts deutlich. Die Mittelpunkte der Augäpfel aber waren bey ihnen eben so gut mit einander übereinstimmend, wie bey andern Personen. D. Hartley (Observations on Man. Vol. I. p. 215.) bemerkt noch, daß die Einwirkung des Lichts auf die flechsenartigen Enden der gerade seitwärts ziehenden Augenmuskeln etwas zur Verwendung der Augen beytragen könne. Diese Enden reichen bis an die Hornhaut, und sind folglich der Wirkung des Lichts bey ofnem Auge sehr blos gestellt, dahingegen der aufziehende und herabziehende und die schiefen Muskeln ganz bedeckt sind. Wenn sich nun rechter Hand ein heller Gegenstand befindet, so fällt Licht auf das flechsige Ende des rechten abziehenden und des linken herziehenden Muskels, welche sich durch den Reiz zusammenziehen, und beyde Augen nach dem Lichte wenden, daher sich auch die Augen neugebohrner Kinder immer seitwärts nach dem Lichte oder Fenster zu kehren.

Priestley Geschichte der Optik durch Klügel, S. 468 u. f.

Schießpulver, Pulvis pyrius, Pulvis tormentarius, *Poudre à canon ou à tirer*. Das Schießpulver ist eine sehr genaue und innige Mischung von Salpeter, Kohlen und Schwefel, welche mit äusserster Geschwindigkeit Feuer fängt, und dabey, wenn sie eingeschloßen ist, eine gewaltige Explosion veranlasset. Der Gebrauch dieser Materie in der Geschützkunst und Feuerwerkerey ist allgemein bekannt.

Die Erfindung des Schießpulvers wird nach der gemeinen Sage einem deutschen Mönche **Barthold Schwarz** zugeschrieben, der im 14ten Jahrhunderte gelebt haben soll; allein nach Herrn **Beckmanns** Anführungen (Anleitung zur Technologie, S. 342 u. f.) ward es schon im 12ten Jahrhunderte zu Sprengung des Gesteins im Rammelsberge bey Goslar gebraucht; auch wird es von **Roger Bacon** (Opus maius ex ed. D. *Sam. Jebb.* Lond. 1733. fol.) im 13ten Jahrhunderte als eine bekannte Sache erwähnt, daß man durch die Gewalt des Salpeters eine pergamenene Patrone von der Größe eines Daumens mit heftigem Blitz und Knall zersprengen könne. **D. Jebb** bestätigt in der Vorrede zu dieser Ausgabe, daß sich unter den Handschriften des **D. Mead** auf der Bibliothek zu Oxford ein Buch eines **Markus Gräcus** (Liber Ignium) befinde, worinn eine Mischung von 2 Pfund Kohlen, 1 Pfund Schwefel und 6 Pfund Salpeter zu Feuerwerken vorgeschrieben werde, welches Buch weit älter, als die Erfindung der Geschütze, seyn müsse, weil es deren nicht erwähne. Den Chinesern soll der Gebrauch des Schießpulvers noch eher, als den Europäern, bekannt gewesen seyn. **Robins** muthmasset, der Zufall **Schwarzens** (da die Entzündung des Pulvers einen Stein, der den Mörsel bedeckte, in die Höhe warf) habe Gelegenheit gegeben, das längst bekannte Schießpulver zum groben Geschütze zu brauchen, aus dem man anfänglich nach Art der Alten steinerne Kugeln schoß oder warf, womit auch die Benennung der **Mörser** übereinzustimmen scheint.

Das Verhältniß der Theile des Schießpulvers wird verschiedentlich angenommen. In Deutschland nimmt man nach **Hartwig** (in **Sprengels** Handwerkern Samml. X. S. 236.) auf 32 Theile Salpeter, 7 Theile Schwefel und 9 Theile Kohlen zum Kanonenpulver; 6 Theile Schwefel und 8 Theile Kohlen zum Musketenpulver; 4 Theile Schwefel und 6 Theile Kohlen zum Pürsch- oder Jagdpulver. **D. Ingenhouß** giebt 75 Theile Salpeter, 9½ Schwefel, 15½ Kohlen an. Die Chineser nehmen 16 Theile Salpeter, 2 Schwefel und 5 Kohlen. Die in andern Ländern

üblichen Verhältniße findet man beym Macquer und Gren gesammlet. Nach Baume (Erläut. Experimentalchemie, Th. II. S. 604.) und d'Arcy (Essai d'artillerie. à Paris, 1754.) vermehrt der Schwefel die Kraft des Pulvers. Es ist aber gewiß, daß er in allzugroßem Verhältniße das Gegentheil thut, und die von Ingenhouß aus dem Manuel d'artificier beygebrachten Versuche lehren, daß Schießpulver ohne Schwefel beym groben Geschütze von der besten Wirkung ist. Dagegen macht aber der Schwefel die Entzündung schneller und sicherer.

Diese Ingredienzien werden auf den Pulvermühlen unter gelinder Befeuchtung klar oder zu Mehlpulver gestampft, welches alsdann vermittelst des Durchdrückens durch Siebe gekörnt, durch Umdrehung in einer holen Walze oder Tonne geglättet und in der Wärme getroknet wird. Es entsteht hieraus eine körnichte Masse, in welcher der Salpeter mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit verpuft, so daß die größten Mengen dieses Pulvers durch Entzündung eines einzigen Körnchens in einem Augenblicke auffliegen, und durch den plötzlichen Ueberfluß der dabey entwickelten elastischen Materien die schrecklichsten Wirkungen hervorbringen.

Hawksbee (Philos. Trans. Num. 295.) bewieß durch folgenden Versuch, daß die Entzündung des Schießpulvers eine elastische Materie erzeuge. Er brachte ein glühendes Eisen unter die Glocke der Luftpumpe, zog die Luft heraus, ließ ein wenig Pulver darauf fallen, und sahe, daß das Quecksilber in dem Elasticitätszeiger bey der Entzündung sehr tief herabfiel, und darauf zwar wieder stieg, aber seine vorige Höhe bey weitem nicht erreichte. Eine geringe Quantität Pulver brachte das Quecksilber auf $12\frac{1}{4}$ Zoll herab, wenn es zuvor bey ausgeleerter Glocke auf $29\frac{1}{2}$ Zoll gestanden hatte. Mithin war die Glocke mit einem elastischen Fluidum angefüllt, das sich aus dem wenigen Pulver entbunden hatte. So zeigt er auch (Physico-mechanical experiments, p. 81.), daß das Abbrennen des Pulvers in eingeschloßner Luft die Menge dieser Luft vermehrt. Man hat seitdem die Gewalt des Pulvers einstimmig dieser entwickel-

ten elastischen Materie zugeschrieben. De la Hire (Mem. de Paris, 1702.) glaubte zwar, es lasse sich alles von der atmosphärischen Luft herleiten, die im Pulver und zwischen den Körnern desselben stecke, und deren Elasticität blos durch die Hitze der Entzündung verstärkt werde; aber diese Erklärung ist offenbar unzureichend.

Newton (Optice lat. redd. a *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. L. III. quaest. 10. p. 295.) vermuthet, diese elastische Materie sey ein in Dämpfe verwandleter Salpetergeist, der durch die Schwefelsäure entwickelt, mit Ungestüm aus der Substanz des Salpeter's hervorbreche, wie etwa der Wasserdunst aus einer Windkugel. Dieser Dampf des Salpetergeists werde durch die Hitze glühend, und zeige sich als Flamme; die in den Salpeter eindringende Schwefelsäure verursache darinn ein starkes Aufbrausen (fermentatio) und viele Hitze, die selbst die feste Substanz des Salpeters in Dämpfe verwandle, und dadurch die Explosion sehr heftig mache.

Johann Bernoulli (Diss. de effervescentia et fermentatione. Basil. 1690. 4. et in Opp. To. I. num. 1. §. 22.) betrachtet die elastische Materie des Pulvers nur als gewöhnliche Luft, die aber im Pulver über 100mal mehr, als im natürlichen Zustande, zusammengedrückt sey. Auch Papin folgerte aus seinen Versuchen, es sey im Salpeter eine stark zusammengepreßte Luft eingeschloßen, so daß 6 Gran Pulver wenigstens 1 Gran wirkliche Luft enthielten, und ein Italiäner Brachi (Suppl. al Giornale de letterati d'Italia To. I. n. 8.) giebt die Dichte dieser eingepreßten Luft 450mal größer an, als die der natürlichen. Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Argent. 1738. Sect. X.) sucht aus Versuchen und aus seiner Hypothese über die Ursache der Elasticität zu erweisen, daß die im Pulver enthaltene Luft 10000mal dichter und elastischer, als die gewöhnliche sey. Man hat ihm eingewendet, das Pulver selbst sey nicht viel über 800—1000mal dichter, als die gewöhnliche Luft; also könne sein Satz nicht bestehen, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts als verdichtete Luft wäre. Man sieht aber wohl, daß sich alle diese Meinungen auf die Idee von

eingekerkerter Luft, und also auf ein Misverständniß gründen, welches erst in neuern Zeiten durch richtigere Begriffe von Entwickelung der Gasarten gehoben werden konnte.

Die Chymiker betrachteten indeß die Phänomene des Schießpulvers von einer andern Seite, und hielten sie mit Recht für eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches hier nur schneller als sonst, und augenblicklich durch die ganze Masse des Pulvers verbreitet werde. Man hat aber wenig Erklärungen dieses Verpuffens gewagt. **Macquer**, um Stahls Theorie desselben deutlicher zu machen, nimmt dazu einen durch Vereinigung der Salpetersäure mit dem Brennbaren entstehenden Salpeterschwefel an, der so entzündlich sey, daß er keinen Augenblick, ohne zu glühen, bestehen könne, s. **Verpuffen**. Uebrigens setzt er das Wesentliche des Schießpulvers blos in den Salpeter und die Kohlen, und glaubt, der Schwefel befördere blos die Geschwindigkeit der Entzündung.

Priestley (Exp. and obsev. relating to various branches of natural philosophy. London, 1779. 8. p. 255.) erinnert dagegen, es würde dieser Salpeterschwefel ohne gemeine Luft doch nicht brennen können, die Luft aber, worinn sich das Pulver entzünde, würde durch das entbundene Brennbare bald phlogistisirt seyn, und das Brennen nicht weiter befördern. Er erklärt daher die Entzündung des Pulvers, so wie das Verpuffen überhaupt, aus der dephlogistisirten Luft, welche sich bey der Glühhitze aus dem Salpeter in Menge entwickelt, und in welcher alle entzündliche Körper schnell und heftig mit Glanz und Knistern verbrennen. Er nimmt an, daß hiebey auch die Salpetersäure entbunden, und vielleicht mit zu Hervorbringung der dephlogistisirten Luft oder einer andern Gasart verwendet werde.

D. Ingenhouß (Versuch einer neuen Theorie über das Schießpulver in dess. Vermischten Schriften, Wien, 1784. gr. 8. B. I. S. 305 u. f.) wendet dagegen ein, die dephlogistisirte Luft allein knalle nicht, ohne mit brennbarer vermischt zu seyn; auch sey ihm die Erzeugung eines Salpetergeistes hiebey nicht wahrscheinlich, da man in ofner

Luft durch bloßes Glühen des Salpeters dergleichen niemals erhalte. Er glaubt daher, daß sich aus den Kohlen zugleich brennbare Luft entwickle, welche mit der dephlogistisirten aus dem Salpeter eine Knallluft bilde, deren Explosion die glühenden Theile mit Gewalt durch die übrigen werfe, und daher Entzündung und Abknallen mit erstaunlicher Geschwindigkeit verbreite.

Hiegegen läßt sich wiederum mit Herrn Gren einwenden, daß allen Erfahrungen gemäß brennende Kohlen nur Luftsäure geben und die Luft phlogistisiren, dagegen man brennbare Luft aus ihnen nur durch trokne Destillation erhält. Man hat auch eben nicht nöthig, beym Abbrennen des Pulvers gerade eine Knallluft zu suchen, da die gewaltsamen Wirkungen schon aus der schnellen und häufigen Entwickelung luftförmiger Stoffe überhaupt, und aus der starken Ausdehnung derselben in der Hitze begreiflich werden. Ueberdies wird auch noch das Krystallisationswasser des Salpeters ausgetrieben, und in elastischen Dampf, vielleicht gar in dephlogistisirte Luft, verwandlet, und die Kohlen geben, wo nicht inflammable, doch wenigstens fixe Luft in ziemlicher Menge her. Herr Lichtenberg (in Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 432.) äussert noch, wenn eine Knallluft entstehe, und durch das Abbrennen, nach Cavendish, Watt und Lavoisier, in Wasser verwandlet werde, so würden auch die dadurch entstehenden Wasserdämpfe die Menge der elastischen Materien vermehren. Die Luft, welche nach der Entzündung des Schießpulvers noch übrig bleibt, hat Herr Achard (in Crells chemischen Annalen, 1784. 12 St. S. 484.) als nitröse und fixe Luft befunden. Darinn bleibt also wenigstens ein Theil der Salpetersäure zurück.

Die Menge des Gas, welches im Augenblicke der Entzündung hervorgebracht wird, setzt Robins im Zustande der Erkaltung auf das 244fache Volumen des Schießpulvers; er glaubt aber, daß sie durch die Hitze der Entzündung eine 4mal stärkere Elasticität erhalte, und sich also bis auf das 976fache oder fast 1000fache Volumen des festen Pulvers auszudehnen strebe. Der Graf von Saluce (Miscellanea philos. math. societatis priv. Taurinens. p.

105.) nimmt für die Temperatur der Atmosphäre das 222fache Volumen an, welches auch mit Hawksbee, Amentons und Belidors Angaben übereinstimmt. D. Ingenhouß schließt aus einem Versuche mit der elektrischen Pistole (wobey die Knallluft abbrannte, ohne daß die Pistole losgieng, das Volumen der Knallluft aber bis über die Helfte vermindert ward), es gehe wenigstens die Helfte der Gasarten durch die Entzündung verlohren; daher lasse sich die Menge im ersten Augenblicke auf das 2000fache Volumen des Schießpulvers schätzen. Er hält dies für sehr wahrscheinlich, weil man nach Fontana Versuchen aus soviel Salpeter und Kohlen, als in einem Cubikzolle Schießpulver befindlich sind, 552 Cubikzoll dephlogistisirte Luft und 17 Cubikzoll Gas aus den Kohlen erhalten könne, welches bey vierfacher Ausdehnung durch die Hitze 2208 + 68 = 2276 Cubikzoll Gas aus 1 Cubikzoll Pulver gebe.

Die augenblickliche Erzeugung einer so erstaunlichen Menge elastischer Materie erklärt die Gewalt des Schießpulvers, besonders in eingeschloßenen Räumen, hinreichend. Auch haben **Robins** u. a. die Theorie der Geschütze hierauf sehr gut gegründet, noch ehe man recht wuste, welche Bewandniß es mit der Entwicklung der Gasarten und mit der Luftgestalt der Materie habe. Ein gewisser Matthey zu Turin hat eine Windbüchse erfunden, welche dadurch geladen wird, daß man in ihrer Kammer 2 Unzen Schießpulver abbrennt. Das aus diesem Pulver entwickelte Gas, in dem engen Raume der Kammer zusammengepreßt, reicht zu 18 Schüssen auf 60 Schritte weit. Diese Windbüchse beschreiben **de la Condamine** (Extrait d'un journal de voyage d'Italie, Mém. de Paris. 1757. p. 405.) und **Antoni** (Examen de la poudre, traduit par le Vicomte *de Flavigny*. Paris, 1773. 8.).

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Schießpulver.

Neue Grundsätze der Artillerie, a. d. engl. des Hrn. Benj. Robins übers. mit Anm. von Leonh. Euler. Berlin, 1745. 8.

Joh. Ingenhouß Vermischte Schriften, übers. u. herausg. von Nic. Carl Molitor, Wien, 1784. gr. 8. I Band, S. 305 u. f.

Gren systemat. Handbuch der gesammten Chemie, I Theil, §. 895 u. f.

Schlag, elektrischer, **elektrische Erschütterung**, Explosio electrica, Concussio s. Commotio electrica, *Explosion ou Commotion électrique*. Wenn die beyden Elektricitäten eines geladnen elektrischen Körpers durch eine leitende Verbindung so vereiniget werden, daß diese Verbindung noch an einer oder mehrern Stellen unterbrochen bleibt, so ist die Entladung oder der Uebergang dieser Elektricitäten in einander mit einer starken Explosion an den unterbrochnen Stellen begleitet, wobey sich ein lebhafter Funken zeigt, und ein starker knackender Laut gehört wird. Diese Explosion heißt der **elektrische Schlag**, und ihre Wirkungen sind weit heftiger, als die des einfachen Funkens, den man gewöhnlich aus elektrisirten Leitern zieht. Wird in den Verbindungskreis ein lebender thierischer Körper oder ein Theil desselben gebracht, so verursacht diese Entladung eine plötzliche Zusammenziehung der Muskeln, durch welche sie ihren Weg nimmt, und eine höchst unangenehme Erschütterung der Nerven, wovon sie auch den Namen der **elektrischen Erschütterung** erhalten hat. Dem heftigen Schlage der geladnen Glasplatten geben die Franzosen den Namen des *Coup foudroyant* oder Wetterschlags.

Bey den Worten **Flasche, geladne**, **Quadrat, elektrisches**, **Batterie, elektrische**, ist von der Ladung und Entladung elektrischer Körper, den dazu nöthigen Anstalten, der Geschichte dieser Versuche und den darüber entworfenen Theorien umständlich gehandlet worden. In diesem Artikel also ist nur noch von den Phänomenen und Wirkungen des Schlags oder der Erschütterung selbst das nöthigste beyzubringen.

Wenn man beyde Seiten einer geladnen Flasche oder Platte durch eine vollkommen leitende Verbindung, z. B. durch den Auslader vereinigen will, so ist es nie möglich, die Enden der Verbindung plötzlich und auf einmal in unmittelbare Berührung mit beyden Belegungen zu setzen. Man muß doch mit beyden Enden des Ausladers, oder, wenn man das eine Ende zuvor angesetzt hat, mit dem andern, auf die Belegung zu fahren. Während dieses Hinfahrens giebt es ei-

nen Augenblick, in welchem das Ende der Verbindung gerade so weit von der Belegung absteht, als zur Entstehung eines Schlags erfordert wird, welchen Abstand man die Schlagweite nennt. In diesem Augenblicke bricht der Schlag aus, die Elektricität dieser Seite dringt in Gestalt eines Funkens durch die Luft, die sich noch zwischen dem Ende der Verbindung und der belegten Seite befindet; indeß die Elektricität der andern Seite, die nun von jener nicht mehr gebunden wird, auf dem entgegengesetzten Wege in das andere Ende der Verbindung übergeht. Im Augenblicke des Schlags also ist die Verbindung allemal noch unterbrochen. Ich muste dies erinnern, um die oben gegebne Definition des Schlags gegen den Einwurf zu sichern, daß der Schlag auch erfolge, wenn man beyde Seiten durch einen vollkommnen ununterbrochnen Leiter z. B. den Auslader verbindet.

Ist die Verbindung an mehrern Stellen unterbrochen, so entsteht bey jeder Unterbrechung eine Explosion oder ein Durchbruch der Elektricität durch das nichtleitende Zwischenmittel, mit einem Funken und Laute begleitet. Daher leuchten im Dunkeln alle Gelenke einer Kette, die einen Theil einer elektrischen Verbindung ausmacht, und der Laut, den man bey Schlägen durch oft und stark unterbrochne Verbindungen hört, gleicht bisweilen einer Menge successiver Laute oder einem Rasseln.

Daher fühlt auch der menschliche Körper die Erschütterung vornehmlich an denen Stellen, wo die Verbindung seiner leitenden Theile unvollkommen oder unterbrochen ist, d. i. in den Gelenken und auf der Brust. Bringt man Körper in die Verbindung, deren Theile schlecht leiten und deren Structur faserigt ist, z. B. ein Ey, eine Kugel von Elfenbein oder Buchsbaum, so erregt ein starker Schlag, den man durch ihre Substanz gehen läst, so viele Funken zwischen den Theilen, daß diese Körper im Dunkeln leuchtend und durchsichtig scheinen.

Da die beyden Elektricitäten eines geladnen Körpers einander binden, so kan sich von keiner der Wirkungskreis so weit, als bey der einfachen Elektricität eines isolirten Con-

ductors, erstrecken. Daher ist die Schlagweite bey geladnen Körpern immer gering, und die Funken sind weit kürzer, dafür aber auch ungemein viel dichter und heftiger, weil geladne Körper weit mehr Elektricität halten, als die blos isolirten Leiter. Dies verursacht den so merklichen Unterschied zwischen den Funken der einfachen und der verstärkten Elektricität.

Wenn den Seiten des geladnen Körpers mehrere Verbindungskreise zugleich dargeboten werden, so geht der Schlag durch denjenigen, in welchem er den wenigsten Widerstand findet. Die Stärke des Widerstands aber kömmt nicht blos auf die Länge des Weges an, sondern hängt auch zugleich von der Güte der Leiter und der Vollkommenheit der Verbindung ab.

Daher nimmt der Schlag nicht allemal den kürzesten Weg, wenn ein längerer durch bessere oder besser verbundene Leiter führt. Nimmt man eine Kette in beyde Hände, und faßt die geladne Flasche so, daß die äussere Belegung und der Knopf von den Händen und der Kette zugleich berührt werden, so geht der Schlag durch die Person, wenn die Kette schlaff hängt: hingegen fühlt die Person nichts, oder nur wenig, wenn die Kette straf angezogen wird, weil alsdann die genauere Berührung aller ihrer Glieder eine vollkommnere Verbindung ausmacht. Nimmt man ausser der Kette noch einen Drath in die Hände, so geht der Schlag durch diesen, die Person fühlt nichts, und die Kette leuchtet nicht im Dunkeln. Nach ähnlichen Gesetzen richtet sich auch der Blitz, s. **Blitz** (Th. I. S. 379 u. f.).

Der elektrische Schlag scheint die weitsten Verbindungskreise in einem Augenblicke zu durchlaufen. **Le Monnier** ließ ihn durch einen Drath von 950 Toisen Länge gehen, ohne eine merkliche Zwischenzeit wahrzunehmen, und **Watsons** Versuche hierüber, die ganz ins Große gehen, sind beym Worte **Flasche, geladne** (Th. II. S. 297.) angeführt. Dort ist aber auch schon bemerkt, daß vielleicht jede Seite des geladnen Körpers einen eignen Strom veranlasset, wobey es sehr begreiflich wird, daß beyde Ströme in ebendemselben Augenblicke ausbrechen. Dies scheint

die Meinung von zwoen elektrischen Materien sehr zu begünstigen; zumal da andere Versuche anzuzeigen scheinen, daß die Entladungen durch Schläge doch eine kleine Zeit erfordern. Adams (Versuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 99.) führt an, es sey ganz gewiß, daß man beyde Seiten einer geladnen Flasche, sogar durch die besten Leiter, so schnell berühren könne, daß nicht alle Elektricität Zeit habe, den Umlauf zu machen, und die Flasche nur halb entladen werde: es gebe auch Beyspiele, in welchen die Bewegung sichtbar langsam sey, wenn man z. B. die Entladung so veranstaltet, daß der Funken über die Oberfläche von Wasser oder rohem Fleisch gehen muß.

Die Stärke des Schlags richtet sich nach der Größe der geladnen Oberfläche, und nach der Stärke ihrer Ladung. Man kan daher diese Stärke nach Gefallen vergrößern, wenn man die Menge des belegten Glases vermehrt, und Mittel anwendet, welche kräftig genug sind, es zu laden. Daher geben die sogenannten Batterien Schläge von fürchterlicher Stärke, und dünne Flaschen oder Platten, welche sich stärker laden lassen, erschüttern in höherm Grade, als dickere, auch Platten stärker, als Flaschen.

Die Stärke des Schlags leidet nicht durch die Krümmungen des Weges, wohl aber durch dessen Länge. Ein Schlag, der nur durch eine Person geht, ist stärker, als der durch mehrere Personen, die einander bey den Händen halten. Diesen letztern empfinden diejenigen am stärksten, die den geladnen Körper unmittelbar berühren, die in der Mitte der Verbindung stehenden weniger.

Starke Schläge sind vermögend, Thiere zu tödten. Priestley tödtete eine Ratze durch den Schlag von 6 Quadratschuh belegter Fläche; Katzen durch 33 — 38 Quadratschuh; ein Hund ward blind durch einen auf den Kopf gerichteten Schlag aus 62 Quadratfuß belegter Fläche. Frösche hielten die stärksten Schläge ohne Verlust des Lebens aus (Geschichte der Elektr. durch Krünitz, S. 428 u. f.). Beccaria (Lettere dell' elettricismo, p. 129.) ließ einen Schlag durch den abgelöseten Bauch eines Muskels vom

Schenkel eines lebenden Hahnes gehen, indem die Enden des Muskels in ihren gehörigen Insertionen sitzen blieben. Im Augenblicke des Schlags ward der Schenkel gewaltsam ausgestreckt, und der Muskel schwoll an, so daß die Ausdehnung an der Sehne anfieng, und der Ausbreitung eines Fächers glich. Man sieht aus diesen gefährlichen Wirkungen, wie vorsichtig ein Experimentator Versuche dieser Art zu behandlen habe.

Elektrische Körper oder schlechte Leiter von mäßiger Dicke, die der Schlag auf seinem Wege antrift, werden von demselben durchbohrt oder zerschlagen. Dabey werden die Stücken nach allen Richtungen herumgeworfen, gerade so, als ob die Kraft der Explosion aus der Mitte des zerschlagnen Körpers gekommen wäre. Wenn man ein Kartenblatt dicht an die äussere Belegung einer geladnen Flasche anlegt, den Knopf des Ausladers daran setzt, und den andern Knopf an die Kugel der Flasche bringt, so entladet sich die Flasche durch das Kartenblatt, und schlägt durch dasselbe ein Loch, oder auch mehrere Löcher. Durch starke Schläge aus Batterien kan man auf diese Art mehrere Blätter, und ganze Spiele Karten oder Bücher Papier durchbohren. Das Loch in jedem Blatte hat auf beyden Seiten einen erhabnen Rand oder Wulst, als ob sich die Explosion aus dem Innern des Blattes nach allen Richtungen verbreitet hätte. Dünne Glas- Harz- Siegellakscheiben u. dgl. werden auf diese Art durch den Schlag in viele Stücken zerbrochen, und auseinander geworfen.

Ein starker Schlag durch ein dünnes Stück Metall macht dasselbe augenblicklich glühend, schmelzt es, und verwandlet es, wenn die Schmelzung vollkommen ist, in kleine Kügelchen. Eine Batterie von 30 Quadratfuß belegter Fläche schmelzt einen Drath, der etwa $\frac{1}{50}$ Zoll dick und 2 Schuh lang ist, zu kleinen glühenden Klümpchen, wenn man diesen Drath mit einem Ende an den Haken der äussern Seite der Batterie, mit dem andern aber an den Auslader befestiget, und so den Schlag hindurchführt. Der Drath sprüht dabey häufige Funken um sich, und wird, wenn die Gewalt der Batterie noch größer ist, gänzlich zer-

streut. Ist der Drath durch Gewichte gespannt, so wird er durch einen Schlag, der gerade hinreicht, ihn glühend zu machen, beträchtlich verlängert.

Ist das Metall zwischen Glas eingeschloßen, so wird es durch diese Schmelzung so fest mit demselben vereiniget, daß man es nicht davon abbringen kan, ohne einen Theil des Glases selbst mit wegzunehmen. Um diesen Versuch anzustellen, legt man ein Goldblättchen zwischen zwey Stückgen Fensterglas, die etwa 3 Zoll lang und ½ Zoll breit sind, preßt die leztern zwischen den Bretern einer kleinen Presse zusammen, und entladet eine starke Flasche durch die Goldblättchen, die deswegen auf beyden Seiten vor dem Glase ein wenig vorgehen müssen. Das Glas wird hiebey mehrentheils in viele Stücken zerschmettert, und mit den Goldblättchen genau zusammengeschmolzen. Dieser Versuch ist um so merkwürdiger, da sich sonst die Metalle im regulinischen Zustande äusserst schwer mit Glas und erdigten Stoffen vereinigen.

Starke Stücken Glas, ohne zwischenliegendes Metall mit schweren Gewichten belastet, werden durch einen Schlag, den man über einen kleinen Theil ihrer Oberfläche gehen läst, zerbrochen oder doch mit schönen und lebhaften prismatischen Farben bezeichnet. Der gefärbte Fleck besteht aus dünnen zum Theil von der Glasfläche abgetrennten Schuppen, die als dünne Scheibchen die ihrer Dicke zukommenden Farben zeigen, s. **Farben**.

Läst man den Schlag einer Batterie aus einer polirten Metallfläche in die andere gehen, wozu man sich des allgemeinen Ausladers (s. **Auslader**, Th. I. S. 220.) bedienen, und statt der Knöpfe ein paar polirte Uhrgehäuse daran befestigen kan, so werden die Metallflächen mit sehr schönen Flecken bezeichnet, welche aus einem Mittelpunkte und einigen concentrischen Ringen bestehen. **Cavallo** nennt sie **Zauberringe** oder **Herencirkel** (Fairy-circles). Man hat sie in England mit den Herencirkeln verglichen, die man bisweilen auf Grasplätzen findet (s. **Bliz**, Th. I. S. 377.), und dem Einschlagen des Blitzes zuschreibt, obgleich manche sie lieber von Pilzen und Erdschwämmen herleiten

wollen. Läßt man einen oder mehrere Schläge durch eine scharf zugespitzte Nadel in die Oberfläche eines Metalls gehen, so entstehen auf der Metallfläche nach und nach Ringe mit prismatischen Farben, die aus kleinen von der Gewalt des Schlags losgetrennten Schuppen oder Blättchen bestehen. Auch die Spitze der Nadel wird bis auf eine ziemliche Weite gefärbt, und die Farben kommen in gewissen Reihen, wiewohl nicht mit großer Deutlichkeit, wieder.

Unvollkommne Metalle werden durch mäßige elektrische Schläge zum Theil in Dampf verwandlet, und wenn ein Theil der Verbindung auf Papier, Glas u. dgl. ruhet, so findet man daran deutliche Merkmale der Versengung oder unauslöschliche Flecken. Wird die Verbindung auf der Oberfläche von Papier oder Glas unterbrochen, so bezeichnet der Schlag die Fläche mit einem langen unauslöschlichen Streifen.

Ueber die Schmelzung und Verkalkung der Metalle hat Herr van Marum (Premiere continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne. Haarlem, 1787. 4maj.) sehr merkwürdige Versuche mit einer Batterie von 225 Quadratfuß belegten Glases, die alle vorige an Größe übertrift, angestellt. Die Schmelzbarkeit der Metalle durch die Elektricität scheint sich gar nicht, wie ihre Schmelzbarkeit durchs gemeine Feuer, zu verhalten. Bley und Zinn schmelzen zwar auch hier am leichtsten; dagegen aber schmelzt Eisen durch den elektrischen Schlag leichter, als Silber und Kupfer, daher Hr. van Marum den Kupferdrath zu Ableitern für Schiffe vorzüglich empfiehlt. Eisen- Zinn- und Kupferdrath wurden beym Schmelzen in kleine Kügelchen zerstreut, die oft 30 Schuh weit sprangen, viel röther, als vom gemeinen Feuer, glühten, auch 6—8 Secunden lang auf- und nieder hüpften, und auf Papiere, Glas, Zinn rc., über das sie giengen, gelbe Streifen mit braunen Punkten zurückließen. Er schreibt diese Zertheilung dem hohen Grade der Flüßigkeit zu. Bley und Zinn verkalkten sich dabey sehr leicht, und der Zinndrath zeigte ausser den tanzenden Kügelchen häufige Flocken. Am allerschwersten ließ sich das Kupfer verkalken.

Gold verwandlete sich durch einen starken Schlag in eine purpurfarbige Substanz, indem ein dicker Dampf daraus aufstieg; mäßigere Schläge zertheilten es in Kügelchen, aber nie in Flocken. In phlogistisirter Luft wurden die Metalle in feinen Staub oder kleine Kügelchen zertheilt, aber nicht verkalkt. In dephlogistisirter Luft aber erfolgte die Verkalkung weit leichter und vollkommner. Wider alles Erwarten gieng die Verkalkung des Zinns und Bleys auch in nitröser Luft von statten, welches sich Herr v. M. aus der Verwandlung ihrer Salpetersäure in dephlogistisirte Luft erklärt. Sogar unter dem Wasser geschahe die Verkalkung des Eisens und Bleys, wobey sich der Kalk, wie eine Wolke, erhob, auch einige Luftblasen aus dem Wasser aufstiegen, die Hr. v. M. brennbar fand. Er erklärt diesen letzten Versuch nach dem antiphlogistischen System, und zieht zugleich einen Beweis daraus, daß das Wasser aus reiner und brennbarer Luft bestehe, s. **Wasser**.

Umgekehrt hat man auch metallische Kalke durch den elektrischen Schlag wiederhergestellt. **Beccaria** (Lettere dell' elettricismo. p. 282.) hat dies versucht, indem er die Explosion zwischen zwey Stücken Metallkalk veranstaltete. So reducirte er Zink, und revivificirte Quecksilber aus Zinnober. Noch mehr Versuche hierüber hat der Graf von **Milly** (*Rozier* Journal de physique 1774. Aôut. p. 146. Decembr. p. 444.) angestellt. Diese Reduction ist eine Wirkung der Schmelzung mit hinzukommendem Phlogiston, s. **Reduction**. So phlogistisirt der Schlag auch die Luftgattungen, durch die er geht, oder wirkt nach **Priestley's** Ausdrucke (Exp. and obs. on diff. kinds of air Vol. II. Sect. 13.), wie ein phlogistischer Proceß. Man ist aber dadurch noch nicht berechtiget, das Phlogiston in der elektrischen Materie selbst zu suchen; weit wahrscheinlicher wird es durch die Gewalt des Schlags aus der Oberfläche der Leiter, aus dem Kütt oder andern Theilen des Apparats u. dgl. entbunden.

Starke Schläge können den Magnetnadeln ihre Kraft rauben, oder ihre Pole umkehren, im Gegentheil aber auch unmagnetischen Nadeln die Polarität geben. Gleichwohl

folgt daraus noch keine Verbindung zwischen Elektricität und Magnetismus, weil Glühen, Hämmern u. dgl. eben diese Wirkungen hervorbringen, s. **Magnet.**

Der elektrische Schlag entzündet auch brennbare Körper. Schießpulver in kleinen papiernen Patronen oder in Röhrchen von Federkiel eingeschloßen, entzündet sich leicht, wenn man in jedes Ende der Patrone einen Drath steckt, daß die Enden inwendig etwa 1 Zoll weit von einander abstehen, und dann eine Flasche durch die Dräthe entladen wird. Noch leichter entzündet sich das Pulver, wenn Stahlfeile darunter gemischt ist. Wie man freyliegendes Schießpulver entzünde, ist schon im Artikel **Flasche, geladne** (Th. II. S. 298.) angegeben.

Wird die Verbindung durch Wasser unterbrochen (obgleich das Wasser auch ein Leiter ist), so schlägt beym Entladen ein Funken in dasselbe, der es in heftige Bewegung setzt, und oft das Gefäß zerbricht, worinn es enthalten ist. Ladet man eine Batterie so aus, daß die Enden zweener Leiter, durch die der Schlag geht, nahe an der Oberfläche des Wassers stehen, so fährt die Elektricität in Gestalt eines abgesonderten leuchtenden Körpers über die Oberfläche hin. Eben dies geschieht auch an den Oberflächen von rohem Fleisch und andern Leitern. Bringt man die Enden der leitenden Dräthe ganz unter Wasser in verschloßnen oder ofnen Gefäßen, so zeigt sich der Funken auch unter dem Wasser, und zersprengt Gefäße von Glas mit erstaunlicher Gewalt, es müste denn die Ladung ausserordentlich schwach seyn.

Bey den medicinischen Anwendungen der Elektricität brauchte man sonst die Schläge häufiger, als es der Empfindlichkeit leidender Personen angemessen war. Man hat dadurch nicht nur die Kranken geplagt, sondern auch dem Rufe dieses sehr zu empfehlenden Heilmittels geschadet. Jetzt hat man den bessern Grundsatz angenommen, allezeit nur den schwächsten Grad von Elektricität, der sich gerade noch wirksam erweiset, zu gebrauchen. Daher werden die Schläge weiter nicht, als etwa bey heftigem Zahnweh, und gewissen Arten innerer Krämpfe, die noch nicht lange gedauert

haben, angewendet. Ich habe kaum nöthig zu bemerken, daß auch dies mit großer Behutsamkeit geschehen muß. Ueberhaupt erfordern alle Versuche mit geladnen Flaschen, insonderheit mit den Batterien, welche den furchtbarsten Theil des elektrischen Apparats ausmachen, die möglichste Vorsichtigkeit.

Priestley Geschichte der Elektricität, durch Krünitz, an mehrern Stellen.

Cavallo vollst. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. 1785. gr. 8. S. 45—52.

Schlagweite, s. Funken, elektrischer, Schlag, elektrischer.

Schloßen, s. Hagel.

Schmelzung, Fluß, Fusio, Fluxus, *Fusion, Flux*. Der Uebergang eines erhitzten Körpers aus dem festen Zustande in den flüßigen; also das Entgegengesetzte der Gefrierung oder des Gestehens, s. Gefrierung.

Das Feuer oder die Wärme ist allem Ansehen nach die einzige Ursache der Flüßigkeit. Diese Ursache schwächt in festen Körpern den Zusammenhang ihrer Theile so, daß sie sich endlich flüßig darstellen, s. Flüßig. Noch innigere Verbindungen mit dem Stoffe der Wärme geben diesen Theilen sogar die Dampf- und endlich die Luftgestalt. Das Schmelzen fester Körper scheint also von der Verwandtschaft ihrer Grundmassen zum Wärmestof abzuhängen. Wenn sie eine hinreichende Menge desselben an sich nehmen können, ohne sich doch genau mit der ganzen Menge zu verbinden, so werden sie blos flüßig, und der gröste Theil der Wärme bleibt frey und fühlbar; vereinigen sie sich aber noch inniger mit diesem Stoffe und binden ihn in größerer Menge, so werden sie ganz oder zum Theil zersetzt, und in Dämpfe oder Gasarten verwandlet, wie beym Verbrennen, Verkalken, Destilliren, Sublimiren u. s. w.

Zur Schmelzung wird für jede Substanz ein gewisser Grad der fühlbaren Wärme erfordert, der aber bey verschiedenen Substanzen sehr verschieden ist. Ist dieser Grad sehr gering, so heißt die Substanz leichtflüßig, ist er

sehr groß, so nennt man sie strengflüßig oder schwerflüßig. Das Quecksilber ist so leichtflüßig, daß es bey der gewöhnlichen Temperatur des Luftkreises, selbst wenn diese am kältsten ist, nicht fest wird. Wasser und gewisse Oele, die bey der Temperatur des Eispunkts fest sind, schmelzen sogleich in einer etwas größern Wärme. Das Schmelzen der leichtflüßigsten Materien nennt man auch das Zergehen, Zerlassen (liquefactio). Gewisse Metalle, z. B. Bley, Zinn, Wismuth, sind bey der grösten natürlichen Wärme immer fest, schmelzen aber leicht, und bey einer geringern Hitze, als zu ihrem Glühen nöthig ist. Andere Körper, z. B. Silber, Gold, Kupfer, Eisen, Glas erfordern zum Schmelzen größere Grade der Hitze, bey denen sie roth, ja sogar weißglühen. Viele Körper werden durch die Hitze an freyer Luft zersetzt oder verbrennen, ehe ihre Stoffe zur Schmelzung gelangen: einige aber, die man unschmelzbar (refractaria, *refractaires*) nennt, können durch keinen bekannten Grad der Hitze zum Schmelzen gebracht werden. Dahin gehören vorzüglich die reinen Erden.

Merkwürdig ist es, daß Körper, die an sich strengflüßig oder unschmelzbar sind, durch Vermengung mit einander leichter in Fluß gebracht werden können. So ist ein Gemenge von Thon und Kalk schmelzbar, und es beruht hierauf der Gebrauch der Schmelzungsmittel oder Flüße, Zuschläge (*Fondans*), s. Fluß. Die Mischungen verschiedner Metalle schmelzen fast alle leichter, als die reinen Metalle. Zinn, Bley und Wismuth geben sehr leichtflüßige Mischungen, aus denen auch die Schnelllothe der Orgelbauer und Zinngießer bestehen. Ein Gemisch, das schon im siedenden Wasser so flüßig, als Quecksilber, wird, kan man nach Rose (Stralsund. Magaz. B. II. S. 24.) aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Bley, 1 Theil Zinn, nach d'Arcet (*Rozier* Obs. sur la phys. To. IX. p. 217.) aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Bley und 3 Theilen Zinn bereiten.

Einige Körper, besonders das Eis und die meisten Metalle, schmelzen plötzlich und auf einmal; andere, wie die Fette und Harze, und unter den Metallen das Eisen, gehen erst durch verschiedene Stufen der Consistenz, ehe sie

vollkommen flüßig werden. Alle diese Erscheinungen lassen sich schwerlich anders, als aus der Verwandtschaft der Körper gegen den Wärmestoff und dem Verhältnisse derselben gegen die Stärke der Anziehung unter den Theilen selbst, erklären.

Baumöl und Rüböl werden flüßig beym 38sten, Butter vom 74sten bis 88sten, Schweinfett vom 94sten bis 100ten, Rindstalg und Hirschtalg vom 104ten bis 116ten, Wachs beym 140sten, schwarzes Pech vom 160sten bis 186sten, eine Composition von Bley, Zinn und Wismuth beym 212ten, Geigenharz vom 216ten bis 240sten, Schwefel vom 236sten bis 244sten, eine Composition von gleichen Theilen Zinn und Wismuth beym 283sten, eine von gleichen Theilen Bley und Wismuth beym 334sten, reines Zinn nach Newton beym 408ten, nach Kraft beym 420sten, Wismuth beym 460sten, Bley nach Newton beym 540sten, nach Kraft beym 550sten Grade des fahrenheitischen Thermometers. Höhere Grade der Hitze lassen sich durch die Quecksilberthermometer nicht mehr messen, weil das Quecksilber beym 600ten Grade siedet, und von da an kein Maaß der Wärme mehr abgiebt. Indeß hat man durch Metallthermometer oder Pyrometer noch höhere Grade zu bestimmen versucht, wobey aber wenig Zuverläßigkeit statt findet. So giebt Kraft (De calore ac frigore experimenta varia in Comm. Petrop. To. XIV. p. 218 sqq.) die Glühhitze des Eisens auf 1000, und Newton die Temperatur, bey der geschmolzner Spießglaskönig erhärtet, auf 805 Grad nach Fahrenheit an.

Während des Schmelzens, oder des Uebergangs aus dem festen Zustande in den flüßigen ändert der Körper seine fühlbare Wärme nicht. Denn das zur Bewirkung der Flüßigkeit verwendete Feuer tritt in eine chymische Verbindung mit seinen Theilen, wird also gebunden, und kan nicht aufs Gefühl und aufs Thermometer wirken. Aus diesem Grunde bedient man sich der Temperatur des schmelzenden Eises, als eines festen Punkts, zu Bestimmung der Grade der Wärme. Die Schlüße, welche Herr de Lüc aus diesem Satze zieht, sind schon beym Worte Feuer (Th. II. S. 229 —

231.) angeführt worden, s. auch Gefrierung (Th. II. S. 434 u. f.).

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg §. 429 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 358 u. f.

Schnee, Nix, *Neige*. Der Schnee besteht aus gefrornen Wassertheilen, die sich aber noch nicht in Körner oder Kugeln gesammlet, sondern blos als feine an einanderhängende Eisnadeln zu Flocken gebildet haben, in dieser Gestalt langsam aus dem Luftkreise herabfallen, und den Erdboden als eine sehr lockere weisse Masse bedecken. Wenn die Atmosphäre so kalt ist, daß die Dünste gleich im ersten Augenblicke, in welchem sie sich niederschlagen, oder in welchem sie die Gestalt der Bläschen ablegen, gefrieren, so krystallisirt sich das Wasser, wenn die Verdichtung im freyen geschieht, zu kleinen Eisnadeln, die sich an einander hängen und Flocken bilden. Geschieht die Verdichtung an der Oberfläche fester Körper, so entsteht auf eben die Art der Reif: gefriert aber das Wasser erst, nachdem es Zeit gehabt hat, Tropfen zu bilden, so fällt Hagel. Dies sind wenigstens die gewöhnlichen Erklärungen dieser Luftbegebenheiten, s. Hagel, Reif.

Die Gestalt des Schnees ist verschieden. Bey strenger Kälte sind die Flocken feiner, vielleicht, weil die Theile zu schnell erhärten, um sich in großer Anzahl an einander hängen zu können. In den Nordländern fällt unter diesen Umständen bisweilen der feine und trokne Staubschnee, wie ihn Maupertuis in Lappland, und Middleton (Philos. Trans. no. 465.) in Nordamerika beobachteten. Dieser Staubschnee dringt nach Maupertuis durch die Ritzen der Fenster, macht die nächsten Gegenstände unsichtbar, greift die Augen sehr an, und scheint gleich über der Erdfläche zu entstehen, weil die Sonne dabey oft hell scheint; er bedeckt bisweilen den Boden 4—5 Schuh hoch, und ist so fein und trocken, daß man nicht darauf gehen kan.

Gewöhnlicher bestehen die Schneeflocken aus länglichen dünnen Nadeln, die sich bisweilen ohne Ordnung und unter

verschiedenen Längen und Richtungen über einander häusen, sehr oft aber auch zu drey und dreyen an einanderhängen, und dadurch sechsspitzige Sterne, wie Taf. XXI. Fig. 133 bilden. Bisweilen sind die Nadeln dieser Sterne glatt, bisweilen auch, wie Fig. 134. mit kleinern Nadeln oder Aesten besetzt. Die Figuren welche hieraus entstehen, sind unendlich mannigfaltig, und in großer Menge von D. Hook (Micrographia p. 88.), Engelman (Het regt gebruyk der natuur beschouwingen in een verhandeling over de sneewfiguren. Haarlem, 1747.), Nehemiah Grew, D. Langwith und Nettis (Philos. Trans. num. 92. num. 376. und Vol. XLIX. Part. 2. p. 644.), Guettard (Mém. de Paris. 1762.), Holmann (Comment. Goetting. Tom. III. p. 24.) u. a. beschrieben und abgebildet. Musschenbroek (Introd. ad phil. nat. Tom. II. Tab. LXI.) theilt die merkwürdigsten derselben mit. Alle haben die sechsspitzige Sterngestalt unter sich gemein, in der sich die Neigung der Theile, unter Winkeln von 60° und 120° zusammenzugehen, nicht verkennen läst. Auch die kleinern Nadeln oder Zweige sitzen an den größern unter Winkeln von dieser Größe. Nur sehr selten hat man Sterne von 12 Spitzen, oder Verbindung unter Winkeln von 30°, bemerkt. So verschieden die Figuren sind, so bestehen doch gewöhnlich bey jedem Falle des Schnees alle Flocken aus Sternen von einerley Gestalt. Der erste, der diesen regelmäßigen Bau der Schneeflocken wahrnahm, war Kepler (Strena, s. de nive sexangula Frf. 1611. 4. et in *Casp. Dornavii* Amphitheatro sapientiae Socraticae. p. 751.).

Da man eben dieses Bestreben nach Vereinigung unter Winkeln von 60° und 120° auch bey der Entstehung des Eises wahrnimmt, s. Eis (Th. 1. S. 675.), so ist wohl kein Zweifel, daß es dem Gefrieren des Wassers eigen sey. Dieses Gefrieren nemlich ist eine wahre Krystallisation, wobey die Theile, wenn der Uebergang in den festen Zustand nicht allzuplötzlich geschieht, allemal eine regelmäßige Gestalt annehmen, s. Krystallisation. Dürfte man der Vermuthung Raum geben, daß diese Krystalli-

sationsgestalten davon herrühren, daß sich die kleinen Theile der festwerdenden Körper mit ihren grösten Seitenflächen am stärksten anziehen, und sich also mit diesen Flächen zusammenlegen; so liesse sich noch ein Schritt weiter zur Erklärung der Eis- und Schneefiguren thun. Wenn man nemlich annimmt, daß die Wassertheilchen und die Dunstbläschen, aus denen die ersten Anlagen zum Schnee entstehen, gleich große Kugeln sind, die beym Gefrieren in Berührung kommen, und Zeit haben, sich nach den Wirkungen ihres gegenseitigen Anziehens zu stellen, so werden in einerley Ebne um jede Kugel oder jedes Bläschen herum gerade sechs andere Platz haben, und weil nun die Anziehung nach denjenigen Richtungen am stärksten wird, welche den Mittelpunkt der ersten Kugel mit den Mittelpunkten der herumliegenden verbinden, so werden sich nach diesen sechs Richtungen mehr Kügelchen anlegen; woraus die Entstehung sechsspitziger Sterne begreiflich würde. Aber, um diese Erklärung für etwas mehr, als Möglichkeit, zu halten, wären noch Erfahrungen darüber nöthig, ob Verbindungen von Bläschen, die gefrieren, wirklich solche sechsspitzige Gestalten annehmen. Da wir dergleichen noch nicht haben, so ist es besser, aufrichtig zu sagen, daß uns der ganze Mechanismus der Präcipitation und Krystallisation unbekannt sey. Man sehe, was Herr Lichtenberg (Erxlebens Naturl. Vierte Auflage. Anm. zu §. 434. S. 353.) hierüber sagt.

Guettard bemerkt, daß in Polen die Schneeflocken desto mehr die Gestalt der Sterne haben, und daß die Spitzen dieser Sterne desto stärker mit Aesten und Zweigen besetzt sind, je kälter es ist — eine Beobachtung, mit der auch Musschenbroek (Introd. §. 2403.) übereinstimmt. Vornemlich zeigen sich die regulären Schneefiguren bey windstillem Wetter.

Die Masse des herabgefallenen Schnees ist sehr locker, besonders, wenn große Flocken gefallen sind. Sedileau (Mém. de Paris, 1692.) fand, daß eine 5 — 6 Zoll hohe Schneelage von der Sonne geschmolzen nur 1 Zoll hoch Wasser gab; de la Hire (Mém. de Paris, 1712.)

erhielt aus 12 Zoll hoch Schnee nur 1 Zoll hoch Wasser. Musschenbroek führt einen zu Utrecht gefallnen sternförmigen Schnee an, der 24mal weniger Dichte, als das Wasser, hatte.

Wenn viel Schnee gefallen ist, und die Kälte anhält, so sinkt seine Masse immer dichter zusammen, dünstet stark aus, und verzehrt sich dadurch allmählig immer mehr, wozu auch die Wirkung der Sonnenstralen beyträgt. In den höhern Gegenden des Luftkreises aber ist die Temperatur so kalt, daß die große Menge des daselbst erzeugten und auf die Gipfel der Berge gefallenen Schnees nie völlig zerschmelzt: es giebt daher eine beständige Schneegrenze, über welche hinaus auch im Sommer allezeit Schnee liegen bleibt, s. Berge (Th. I. S. 304), obgleich ein großer Theil desselben in den Sommermonaten abschmelzt, und Wasser zur Unterhaltung der Flüße hergiebt. Man bemerkt auf den Alpen, daß der Schnee durch warme Luft bey gedecktem Himmel weit häufiger geschmolzen wird, als durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenstralen, vielleicht darum, weil der Schnee die Sonnenstralen so stark zurückwirft, welches auch die Ursache seiner blendenden Weisse ist.

Wenn die Kälte sehr heftig wird, so dringt sie zwar in den liegenden Schnee ein wenig, aber niemals tief, ein. Daher schützt der Schnee die Pflanzen, die er bedeckt, gegen die Wirkungen des strengen Frosts. Nach Guettards Beobachtungen hält sich der Schnee vier Schuh tief unter der Oberfläche immer auf der Temperatur des Eispunkts. Hieraus wird begreiflich, warum in den Nordländern Personen, die die Nacht im Freyen übereilt, sich unter den Schnee legen, um sich vor der Kälte zu schützen, warum man erfrorne Glieder, um sie ohne Schaden wieder aufzuthauen, in Schnee steckt, u. s. w.

Sehr oft nimmt die Kälte ab, wenn es schneyt; vielleicht nach Herrn Grens Erklärung darum, weil beym Gefrieren der Dünste die Wärme, die vorher in ihnen gebunden war, frey wird, und sich als fühlbare Wärme

durch den Luftkreis vertheilt. Also ist die Wärme Folge, nicht Ursache des Schneyens; und der gemeine Mann, welcher sagt, es könne vor Kälte nicht schneyen, verwechselt Ursache und Wirkung. Musschenbroek hat doch in den Jahren 1729, 1740, 1741, 1760 bemerkt, daß Schnee bey sehr strenger Kälte fiel, und daß diese dabey eher zunahm. In der Kälte sind die Flocken gewöhnlich kleiner, als bey gelindern Temperaturen.

An manchen Orten fällt der Schnee ungemein häufig und stark, wovon Musschenbroek mehrere Beyspiele anführt. Maupertuis erzählt dergleichen auch von Lappland, und Ellis von der Hudsonsbay, wo oft alles so verdeckt wird, daß man weder Wege noch Wohnungen der Menschen mehr erblickt. Auch Bouguer (Voyage au Perou. p. 42.) gedenkt solcher starken Schneefälle auf dem Berge Asonay, die jeden, den sie überraschen, in Lebensgefahr versetzen. Im Jänner 1741 fiel in Neuyork binnen 48 Stunden ein Schnee, der die Erde 16 Schuh hoch bedeckte.

Von den Gipfeln hoher Berge fängt bisweilen ein kleiner Schneeball an herabzurollen, der während des Falles zu einer ungeheuren Größe anwächst, und in den Thälern, in die er herabstürzt, die schrecklichsten Verwüstungen anrichtet. Solche Fälle, welche die Alpenbewohner **Lavinen** nennen, verursachen ein Krachen, das dem Donner ähnlich ist, verschütten Häuser und Felder, verstopfen den Lauf der Flüße, und verheeren ganze Gegenden durch die darauf folgenden Ueberschwemmungen.

Die Alten glaubten, es schneye nicht auf dem Meere (Plin. H. N. II. 103.). Dies ist aber ungegründet; in der Nordsee schneyet es oft, wiewohl nicht so häufig, als auf dem festen Lande, und überhaupt in niedrigen Gegenden nicht so oft, als in der Höhe. In den Plänen regnet es vielmals, indeß auf den Bergen Schnee fällt, s. Regen.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. natur. To. II. §. 2401. sqq.

Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. Vierte Aufl. Anm. zu §. 434. ingl. §. 737.
Gren Grundriß der Naturlehre. §. 989 — 991.

Schnellkraft, s. Elasticität.

Schnellwage, Statera Romana, *Balance Romaine.* Diesen Namen führt eine Wage, auf welcher man Körper von sehr verschiedenen Gewichten mit einerley Gegengewichte abwägen kann. Wallis (Mechanica in Opp. To. I. p. 642.) leitet den Namen Romana mit Pocock aus dem Orient her, wo diese Wage noch jetzt sehr häufig gebraucht wird. Man giebt nemlich dem Gegengewichte insgemein die Gestalt eines Granatapfels, welcher bey den Arabern Romman (Hebr. *Rimmon*) heißt. Die Araber nennen die Schnellwage noch jezt Rommana, und durch sie ist allem Ansehen nach ihr Gebrauch und ihr Name in den Occident gekommen.

Man erreicht bey der Schnellwage die Absicht durch Verschiebung des Gegengewichts am längern Arme eines ungleicharmigen Hebels ABC, Taf. XXI. Fig. 135. Das Gegengewicht D erhält desto mehr Moment, je weiter es vom Ruhepunkte B entfernt wird, s. Hebel. Es kann daher immer schwerern in die Schale E gelegten Lasten das Gleichgewicht halten, je näher es an das Ende C geschoben wird. Ist der Wagbalken ABC so eingerichtet, daß bey abgenommenem Gegengewicht der längere Arm BC für sich allein dem kürzern AB nebst der Kette und Schale E das Gleichgewicht hält, so sagt man, der lange Arm sey auf den kurzen äquirt. Alsdann ist die Wage in ihrem Schwerpunkte selbst unterstützt, und richtet sich nach den Gesetzen des mathematischen Hebels. In diesem Falle werden die Abtheilungen des längern Arms der Linie AB, oder dem Abstande des Punkts A, wo die Last hängt, vom Ruhepunkt B, gleich gemacht; und wenn das Gegengewicht D auf dem Ende der achten Abtheilung steht, und 1 Pfund wiegt, so wiegt der schwere Körper in E, der damit das Gleichgewicht hält, 8 Pfund u. s. w.

Sind die Arme nicht auf einander äquirt, so läst sich zwar die Größe der Abtheilungen aus der Theorie des physischen Hebels herleiten, wenn Gewicht und Schwerpunkt des Wagbalkens gegeben sind. Es ist aber in der Ausübung auf alle Fälle rathsamer, diese Abtheilungen durch Versuche zu finden.

Man hat auch Schnellwagen, an denen sich die Unterlage B verschieben läst, dahingegen das Gewicht D am Ende des Arms BC fest ist. Von einer dritten Art, wo sich die abzuwägende Last verschieben ließe, würde der Gebrauch mit vielen Unbequemlichkeiten verknüpft seyn.

Sollen große Lasten mit Schnellwagen gewogen werden, so muß der Balken selbst mit Zapfen, Haken, Scheere, Kette u. s. w. die gehörige Stärke haben. Es sind auch Werkzeuge nöthig, die Lasten anzuhängen, oder in und aus der Schale zu heben, ingleichen die ganze Wage selbst, die wohl einige Centner wiegen kann, aus der Stelle zu rücken, und mit der daran hängenden Last aufzuziehen. Wie sich dies alles vortheilhaft bewerkstelligen lasse, lehrt **Leupold** (Theatr. Stat. univers. Part. I. Leipzig, 1726. Fol. Cap. 6.), und beschreibt zugleich die im Jahre 1718 von ihm in Leipzig angelegte große Heuwage, welche mit drey verschiedenen Gewichten und zween verschiedenen Anhängungspunkten für die Last, von 3 bis 58 Centner wiegt, und auf ein halbes Pfund schon Ausschlag giebt. Geringere Lasten werden an den entferntesten Zapfen, 14 Zoll weit vom Ruhepunkte, größere an den nähern nur 7 Zoll weit entfernten, gehangen; bey geringen Lasten braucht man auch nur ein Gewicht, bey den grösten alle drey. Durch diese Vortheile hat **Leupold** die Wage fähig gemacht, große Lasten eben so wohl, als kleine, zu wägen, ohne den Balken über 6 leipziger Ellen verlängern, oder das bewegliche Gewicht schwerer, als $1\frac{1}{4}$ Centner, machen zu dürfen. Der Balken hat keine Zunge, sondern zeigt das Gleichgewicht durch seinen wagrechten Stand an, der durch eine auf den Schieber des beweglichen Gewichts aufgesetzte Bleywage angegeben wird.

Schörle, elektrische, s. Turmalin.

Schraube, Cochlea, *Vis*. Wenn ein rechtwinklichtes Dreyeck, wie ABC. Taf. XXI. Fig. 130, an die Fläche eines senkrechten Cylinders abcd, Fig. 136, dergestalt gelegt wird, daß die Grundlinie CB sich in einen der Grundfläche des Cylinders cd gleichen und parallelen Kreis CDB umbiegt, die Höhe AC aber ein Stück der Seite des Cylinders ac wird, so bildet die Hypotenuse AB auf der krummen Seitenfläche des Cylinders die krumme Linie AQB, welche ein **Schraubengang** (helix, *filet de la vis*) genannt wird. Wird dies an einem Cylinder, wie Fig. 137, mehreremale wiederholet, so bilden die aneinander hängenden Schraubengänge eine **Schraube.**

Die Schraube wird entweder auf der äußern Fläche eines Cylinders so ausgearbeitet, daß die Schraubengänge (*Filets de la vis*) vor dem übrigen Theile der Fläche hervorstehen; oder sie wird in eine hohle cylindrische Fläche so eingeschnitten, daß diese Gänge die stärkste Vertiefung bekommen (*gorge de la vis*). Im ersten Falle entsteht die eigentliche oder **äussere Schraube** (Cochlea mas, cochlea exterior, *Vis mâle*, *Vis exterieure*); im zweyten die **Schraubenmutter** (Cochlea femina, cochlea interior, *Vis femelle*, *Vis interieure*, *écrou*). Der Cylinder selbst heißt die **Schraubenspindel,** der Kreis CDB der **Umfang der Spindel** (*tour de vis*), die Höhe AC die **Weite der Schraubengänge** (distantia helicum, *pas de la vis*).

Die Schraube ist schon von den Alten zu den einfachen Potenzen der Mechanik gezählt worden, und wird insgemein so gebraucht, daß man eine äußere oder eigentliche Schraube mit einer Schraubenmutter von gleichen Abmessungen verbindet. Die hervorstehenden Gänge der Schraube (filets) müssen hiebey genau in die vertieften Gänge der Mutter (gorge) passen. Wird alsdann eines von beyden, entweder die Schraube, oder die Mutter, festgehalten, und das andere umgedrehet, so verschieben sich beyder Gänge so aneinander, daß dadurch der bewegliche Theil (es sey

nun die Schraube oder die Mutter) fortzugehen genöthiget wird. Dieses Fortgehen kann man benützen, um dadurch Lasten zu heben, widerstehende Körper fortzudrücken oder anzupressen u. dgl., und es läßt sich dadurch ein ziemlicher Vortheil an Kraft erhalten.

Man sieht bald, daß die Theorie einer solchen Veranstaltung auf den Gesetzen der schiefen Fläche beruht. Die ganze Entstehung der Schraube kömmt darauf hinaus, daß der Durchschnitt einer schiefen Ebne in die Runde umgebogen wird. Auf diese Art entstehen Schraube und Mutter durch Umbiegung der beyden rechtwinklichten Dreyecke ACB und AFB Taf. XXI. Fig. 138, die sich mit ihrer gemeinschaftlichen Hypotenuse an einander verschieben lassen. Wird von diesen Dreyecken das eine ACB festgehalten, das andere AFB aber, welches die Last L trägt, von der mit der Grundlinie BC parallel wirkenden Kraft K fortgedrückt, so wird durch die wirkliche Bewegung das letztere in die Lage afb gebracht, und die Last L gehoben werden. Es ist dies eben so viel, als ob die Last nebst dem obern Dreyecke nach einer mit BC parallelen Richtung auf der schiefen Fläche AB fortgezogen würde. Hiebey würde sich also für den Fall des Gleichgewichts K : L wie AC : CB verhalten müssen, s. Schiefe Ebne.

Man nimmt an, daß die Umbiegung in die Runde hierinn nichts ändere, wenn die Kraft nach der Tangente des Umfangs der Spindel, und die Last oder der Widerstand nach der Axe der Spindel, mithin senkrecht auf der Spindel Umfang, wirkt. Dies ist der Fall bey der Schraube, wenn die umdrehende Kraft unmittelbar am Umfange der Schraubenspindel angebracht ist. Alsdann verwandelt sich AC in die Weite der Schraubengänge, und CB in den Umfang der Spindel. Demnach findet bey der Schraube das Gleichgewicht statt, wenn sich die **Kraft zur Last verhält, wie die Weite der Schraubengänge zum Umkreise der Spindel.** Man kann daher durch eine Schraube ansehnliche Verstärkungen der Kraft erhalten, wenn man sie so einrichtet, daß die Weite ihrer

Gänge sehr vielmal im Umfange der Spindel enthalten ist, oder wenn man ihr bey einem starken Umfange enge Gänge giebt.

Dagegen wird die Last oder der Widerstand nur um die Weite eines Ganges fortgebracht, indem die Kraft einmal herum, oder durch den Umfang der Spindel, gegangen ist. Daher verhalten sich die Wege, welche Kraft und Last in gleicher Zeit beschreiben, umgekehrt, wie Kraft und Last im Gleichgewichte, und es wird auch hier soviel an Raum und Geschwindigkeit verlohren, als man an Kraft gewinnt.

So wird die Theorie der Schraube insgemein vorgetragen. Freylich ist hiebey viel vorausgesetzt, was in der That so genau nicht statt findet. Die Last wird bey der Schraube auf der Fläche des Ganges gehoben, welche sehr verschiedene Gestalten haben kann, da die Theorie nur das betrachtet, was auf der Linie AQ, Fig. 136, vorgeht. Es läßt sich aber die Fläche eines Schraubengangs nicht so auf die einzige krumme Linie AQ bringen, wie man etwa die schiefe Ebne auf die Betrachtung der einzigen geraden Linie AB, Fig. 130. bringen kann. Eine ebne Fläche, z. B. ein Rechteck, mit der einen Seite um einen Cylinder gewunden, kann nicht mehr eben bleiben, ihre Theile werden so verzogen, daß sie mit der Grundfläche des Cylinders verschiedene Winkel machen; folglich ist der Schraubengang eine krumme Fläche, deren Theile nicht alle einerley Neigungswinkel haben, und daher nicht einerley Verhältniß der Kraft zur Last geben können. Von dieser Gestalt der Schraubengänge handelt Herr Kästner (Ad theoriam cochleae pertinens observatio geometr. in Diss. math. et physic. Altenb. 1771. 4. no. 6). Man hat aber noch bis jetzt keine genaue Theorie der Schraube, bey welcher gehörige Rücksicht hierauf genommen wäre. Ohnedies ist bey dieser Maschine das Reiben so stark, daß man schon darum keine Uebereinstimmung der Erfahrung mit genauern Theorien erwarten kann; daher sich auch die besten mechanischen Schriftsteller begnügen, die gewöhnliche Theorie mit den nöthigen Erinnerungen vorzutragen.

In der Ausübung pflegt man die Kraft nicht an dem Umfange der Schraube selbst, sondern an Handgriffen, Kurbeln oder Hebeln anzubringen, durch welche die Umdrehung bewirkt, und das Moment der Kraft noch mehr verstärkt wird. Wirkt z. B. die Kraft K, Fig. 137, am Ende eines durch die Schraube gesteckten Hebels, dessen Länge CK achtmal größer ist, als der Halbmesser der Spindel CN, so ist hiebey die Schraube mit einer Radwelle verbunden, und die Kraft bey K darf noch achtmal geringer seyn, als diejenige, welche bey N, am Umfange der Spindel selbst, nöthig wäre. Hier verhält sich also fürs Gleichgewicht die Kraft zur Last, wie die Weite der Gänge zum achtfachen Umfange der Spindel, d. i. zum Umkreise vom Halbmesser CK. Hier geht aber die Last auch nur um einen Gang fort, indem die Kraft durch den Umkreis KM gehen muß; also wird wiederum soviel am Raume verlohren, als man an Kraft gewinnt.

Die großen Vorzüge der Schraube bestehen vornehmlich in folgendem. Sie erfordert sehr wenig Raum, indem bey ihr alles in die Enge zusammengedrängt ist, und in die Runde bewegt wird; kaum giebt es eine andere Maschine, die bey so geringer Größe und solcher Simplicität so viel leistet. Ferner kann man den Hebel sehr leicht mit ihr verbinden, weil die Schraubenspindel ihrer Figur nach sogleich eine Welle dazu abgiebt, und durch diese Verbindung eine Radwinde bildet. Ueberdies ist das ungemein starke Reiben bey dieser Maschine zwar dadurch nachtheilig, daß es zur Bewegung mehr Kraft erfordert, als nach der Theorie nöthig wäre: es verschaft aber auch den großen Vortheil, daß die Schraube, wenn sie einmal bis auf einen gewissen Punkt eingedreht ist, nicht zurückgeht, wenn gleich die Kraft zu wirken aufhört, s. Reiben. Dies findet besonders bey Schrauben mit engen Gängen statt, die daher auch überall gebraucht werden, wo der Widerstand auf eine lange Zeit ohne weiteres Zuthun der Kraft überwunden werden soll, z. B. beym Pressen, Zusammendrücken und Befestigen der Theile an einander, bey Erhebung schwerer Lasten, die nicht wieder zurückfallen dürfen, so

wie die Zimmerleute ganze Dächer, Stockwerke, Gebäude und dergl. in die Höhe schrauben, um darunter bauen zu können.

Zu Pressen wird die Schraube entweder so gebraucht, daß die Mutter im Gestelle fest ist, die bewegliche Spindel aber mit einem durchgesteckten Hebel (dem Ziehpengel) umgedreht und gegen den Widerstand niedergetrieben wird, wie bey den Druckerpressen und Keltern; oder so, daß die Spindel auf der Unterlage fest steht, die bewegliche Mutter aber vermittelst daran befindlicher Handgriffe, die die Stelle von Hebeln vertreten, umgedreht wird, und eine daran liegende Platte gegen den Widerstand treibt, wie bey den Buchbinderpressen.

Zu den Unbequemlichkeiten der Schrauben kann man rechnen, daß sie wegen des ungemeinen Reibens viel Kraft erfordern, daß sie im Großen kostbar ausfallen, daß sie in Vergleichung mit ihrer geringen Größe viel Gewalt ausstehen, und daher nicht nur stark, sondern auch sehr genau und gleichförmig gearbeitet seyn müssen. So bald an einem Theile der Schraube und der Mutter das Klemmen stärker, als an den übrigen, ist, so trägt dieser Theil die ganze Last allein, und springt aus, wenn er nicht fest und stark genug ist. Um die Gänge mehr zu schonen, werden bisweilen Schrauben mit doppelten Gängen gemacht, wo auf der halben Weite des ersten Gangs noch ein zweyter um die Spindel geführt ist. Dies thut man vorzüglich, wenn die Weite der Gänge groß ist, und dazu Platz verstattet, wie bey den Schrauben der Druckerpressen. Eine solche Schraube hat nicht mehr Vermögen, als eine einfache, aber ihre Gänge tragen nur halb so viel Druck. Mehrere Schrauben mit einander zu verbinden, ist nicht rathsam. Würde eine im geringsten mehr angezogen, als die übrigen, so bekäme sie die ganze Last allein zu tragen. Daher sind die Vorschläge, Obelisken u. dgl. durch eine Menge Schrauben zu erheben, beym **Leupold** (Theatr. machinarium. Tab. XLVI. XLVII.) in der Ausführung unmöglich.

Die Schraube ohne Ende (cochlea infinita, *vis sans fin*) Taf. XXI. Fig. 139. ist eine Verbindung der Schraube E F mit dem Stirnrade G, an dessen Welle die Last L aufgewunden wird. Die Schraubengänge, deren hiebey höchstens nur drey nöthig sind, greifen zwischen die Zähne des Stirnrads ein, die nach ihrer Gestalt ausgeschnitten, also, wie schon Jungnickel (Clavis mechanica. Nürnb. 1661. 4. §. 209.) richtig bemerkt, eigentlich Schraubengänge sind. Wenn die Kraft an der Kurbel V die Schraube umdreht, so wird das Rad mit umgewendet, und die Last gehoben. Diese Maschine hat ihren Namen daher, weil sie nicht, wie die gemeine Schraube, nur bis auf einen gewissen Punkt, sondern ohne Ende fort gedreht werden kan, da die Zähne des Rads immer wieder zurückkommen.

Man nenne die Peripherie des Kreises, den die Kraft an der Kurbel V beschreibt, $= \Pi$; die Peripherie des Rads $G = P$; die der Welle $= p$; die Weite der Schraubengänge $= d$: so wird wegen der Schraube allein fürs Gleichgewicht $K : L = d : \Pi$ seyn müssen. Da nun das Rad G das Vermögen noch im Verhältniße der Halbmesser oder der Peripherien der Welle und des Rads $(p : P)$ verstärkt, so ist die ganze Maschine im Gleichgewichte, wenn

$$K : L = d \,.\, p : \Pi \,.\, P.$$

Da die Zähne des Rads so weit von einander abstehen müssen, als die Weite der Schraubengänge groß ist, so hat das Rad soviel Zähne, so vielmal diese Weite d in seiner Peripherie P Platz hat, oder die Anzahl der Zähne ist $= \frac{P}{d}$. Setzt man diese Anzahl $= n$, so wird fürs Gleichgewicht

$$K : L = p : n \,.\, \Pi.$$

Soll nun das Rad einmal umgewendet, und die Last um die Peripherie der Welle p erhoben werden, so erfordert jeder Zahn eine Umdrehung der Schraube, und die Kraft muß also die Peripherie Π, n mal durchlaufen. Daher ist

$$\text{Weg v. } L : \text{Weg v. } K = p : n \,.\, \Pi = K : L$$

oder die Wege verhalten sich umgekehrt, wie die Kräfte,

daß also hier wiederum am Raume verlohren geht, was man an Kraft gewinnt.

Wäre z. B. der Umkreis, den die Kurbel V durchläuft = 48 Zoll, die Weite der Schraubengänge = 1 Zoll; die Peripherie des Rads = 36 Zoll (wobey es 36 Zähne bekommen würde); die Peripherie der Welle = 9 Zoll, so würde K : L = 9 : 36 . 48 = 1 : 192, und man würde mit 1 Pfund Kraft 192 Pfund Last erhalten können. Die Kraft wird aber auch durch 192 Schuh gehen müssen, wenn die Last um 1 Schuh gehoben werden soll.

Man braucht die Schraube ohne Ende auch in Fuhrmannswinden, und ausserdem bey vielerley Instrumenten, wo die Absicht ist, eine Umdrehung ohne Schwanken und Stoßen und ohne Verrückung der Ebne des umgedrehten Körpers zu bewirken, wie bey der Mensul und Meßscheibe, den Stativen der Mikroskope u. s. w.

Leupold Theatrum machinarum gen. Leipzig, 1724. fol. Cap. VII.

Kästner Anfangsgr. der angewandten Mathem. Mechanik, §. 106 u. f.

Schuh, s. **Fuß**.

Schwaden, s. **Gas**.

Schwanken der Erdaxe, s. **Wanken der Erdaxe**.

Schwanken des Monds, s. **Mond** (oben S. 276. 277.).

Schwefel, Sulphur, *Soufre*. Diesen Namen führt ein entzündlicher mineralischer Körper von einer blaßgelben Farbe, und einem eignen unangenehmen Geruche, der ziemlich geschmacklos und im Wasser unauflöslich ist, bey gelinder Wärme schmelzt, mit einer blauen Flamme ohne Rauch und Ruß, und ohne hinterbleibenden Rückstand verbrennt, dabey aber einen sauren erstickenden Dunst verbreitet.

Die vollkommne Verbrennung des Schwefels ohne festen Rückstand hatte die ältern Chymiker verleitet, alles Verbrennliche Schwefel zu nennen. Daher zählten sie den

Schwefel zu den Grundstoffen der Körper, und redeten von Schwefeln der Metalle, der Pflanzen, der thierischen Körper u. s. w. Erst **Becher** und vorzüglich **Stahl** (Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten Sulphure, Halle, 1718. 8.) haben diese Begriffe richtiger auseinandergesetzt, und das eigentliche Brennbare vom Schwefel unterschieden, s. Phlogiston. Durch diese Untersuchungen ist zugleich die Natur des gemeinen Schwefels genauer entwickelt worden.

Man findet den Schwefel gediegen oder lebendig in der Solfatara und sonst in der Nähe der Vulkane, am häufigsten aber mit metallischen durch ihn vererzten Stoffen verbunden, in den **Kiesen**, aus welchen er durch Destillation und Sublimation geschieden wird. Er ist specifisch schwerer, als Wasser, aber leichter, als Erden und Steine. Das Reiben macht seinen Geruch merklicher, und erregt in ihm eine starke ursprüngliche Elektricität. Luft und Wasser wirken nicht merklich auf ihn.

Bey gelinder Erwärmung in der Hand springt er mit Knistern in Stücken. Bey einer Wärme von 170 Grad nach Fahrenheit fängt er schon an zu verdünsten; bey noch stärkern Graden wird er weich, fängt an zu schmelzen, und ist endlich bey 244 Grad völlig geschmolzen. Läßt man ihn nach dem Schmelzen wiederum erkalten, so krystallisirt er sich stralen- oder nadelförmig, welche Gestalt inwendig am regelmäßigsten erscheint, wenn man blos die Oberfläche fest werden läßt, und dann das innere noch flüßige abgießt. In verschloßnen Gefäßen sublimirt er sich durch die Wirkung des Feuers in Gestalt zarter nadelförmiger Krystallen, der **Schwefelblumen**, welche ein übrigens unveränderter Schwefel sind.

An freyer Luft hingegen entzündet sich der Schwefel bey einer Hitze von 302 Grad nach Fahrenheit. Seine Flamme ist bläulich und wenig leuchtend, aber doch geschickt andere entzündliche Körper in Brand zu setzen. In dephlogistisirter Luft brennt er mit stärkerer Flamme und schneller, in phlogistisirter und fixer Luft gar nicht. Auch bey geringen Graden der Hitze zeigt sich schon der Dampf des Schwe-

fels im Dunkeln leuchtend, oder als eine kleine Flamme, die aber nicht vermögend ist andere Körper zu entzünden, daher man nach **Robins** und **Baume** auf einem Ziegelsteine, der gerade den gehörigen Grad der Hitze hat, allen im Schießpulver enthaltnen Schwefel langsam verdampfen kan, ohne das Pulver zu entzünden.

Läßt man Schwefel unter einer Glocke verbrennen, deren innere Wände mit Wasser benetzt sind, so vereinigen sich die sauren Dämpfe mit dem Wasser, und es fließt in die untergesetzte Schüssel der sogenannte **Schwefelgeist** (Spiritus sulphuris per campanam, *Esprit de soufre*) herab, welcher nichts anders, als eine phlogistisirte Vitriolsäure ist, und sich mit der Zeit in gewöhnlichen Vitriolgeist verwandlet, s. **Schwefelsäure, flüchtige**. Hängt man Tücher, mit fixen Laugensalzen getränkt, über brennenden Schwefel, so verwandlen sich die Laugensalze in eben solche Mittelsalze, wie die phlogistisirte Vitriolsäure sonst mit ihnen giebt, und die man **Schwefelsalze** nennt. In der Folge werden daraus die gewöhnlichen vitriolischen Neutralsalze, nemlich vitriolisirter Weinstein oder Glaubersalz, s. **Neutralsalze**.

Durch Verbrennung des Schwefels unter einer mit Wasser gesperrten Glocke voll atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft, wird diese Luft beträchtlich vermindert und phlogistisiret. Bey Hrn. **Grens** Versuche (Diss. de genesi aëris fixi et phlogisticati. Halae 1786. p. 52—54.) blieb nur noch $\frac{1}{5}$ des anfänglichen Luftvolumens zurück, und dies war phlogistisirte Luft, ohne die mindeste Spur von Luftsäure. Uebrigens hat **Lavoisier** gefunden, daß die Säure, welche sich hiebey mit dem Wasser verbindet, und den Schwefelgeist bildet, an Gewichte mehr beträgt, als der Schwefel, woraus sie entstand. Sperrt man den Apparat mit Quecksilber, welches die Säure nicht absorbirt, so bleibt diese als ein schwefelsaures Gas (s. **Gas, vitriolsaures**) mit der Luft verbunden, daher ist die Verminderung des Volumens nicht so ansehnlich, als beym Sperren mit Wasser; auch erstickt die Flamme eher, und die Verbrennung geschieht nicht vollkommen.

Man sieht aus diesen Versuchen schon deutlich, daß der Schwefel aus Vitriolsäure und Phlogiston bestehe. Da diese Bestandtheile durch die Verbrennung völlig davon getrieben werden, so kan natürlich kein erdigter Rückstand, wie bey andern Verbrennungen, übrigbleiben, auch kein Rauch oder Ruß erzeugt werden.

Wenn man geschmolznen Schwefel in Wasser gießt, so wird er darinn zu einer weichen biegsamen Masse von rother Farbe, die nach und nach die vorige Consistenz wieder annimmt, und daher zum Abformen der geschnittenen Steine und Münzen bequem gebraucht werden kan. Man leitet dieses Weichwerden von angezognen Wassertheilen her.

Die concentrirte Vitriolsäure und der rauchende Salpetergeist lösen in der Hitze den Schwefel auf. Die übrigen Säuren wirken nicht auf ihn.

Die Laugensalze und Kalkerden aber verbinden sich mit ihm zu einem im Wasser auflöslichen Gemische, dem man den Namen einer **Schwefelleber** (hepar sulphuris, *foie de soufre)* giebt. Gleiche Theile ätzendes fixes Laugensalz und gepülverter Schwefel geben zusammengeschmolzen eine sehr vollkommne Schwefelleber von einer leberbraunen Farbe, die an der Luft leicht zerfließt, dabey den unangenehmen Geruch der faulen Eyer annimmt, und sich im Wasser mit einer dunkelgelben Farbe auflöset. Auch auf dem nassen Wege lassen sich solche Schwefellebern durch Zusammenreiben an freyer Luft, oder durch Kochen einer Lauge mit gepülvertem Schwefel bereiten. Die milden Laugensalze geben weit schwächere Lebern, weil ihre Luftsäure die Vereinigung des Alkali mit dem Schwefel hindert.

In diesen Schwefellebern scheint das Alkali auf beyde Bestandtheile des Schwefels zugleich zu wirken. Es ist mit keinem stärker verbunden, als mit dem andern; es schwächt aber offenbar den Zusammenhang beyder unter einander, und hängt selbst mit ihnen nur schwach zusammen. Daher kömmt auch der auffallend starke Geruch, und der Umstand, daß die allerschwächsten Säuren zureichen, aus den Auflösungen der Schwefellebern in Wasser den Schwefel wieder niederzuschlagen. Tröpfelt man in eine solche Auf-

ösung ein wenig verdünnte Vitriolsäure, so wird der Geruch fast unerträglich, und es schlägt sich ein weisses Pulver, die **Schwefelmilch**, nieder, die durch Zusammenschmelzen wieder gewöhnlichen Schwefel liefert. Das hiebey entwickelte Gas ist Schwefelleberluft, s. **Gas, hepatisches**, dergleichen sich auch aus der troknen Schwefelleber, wenn sie mit Wasser in Berührung kömmt, und aus der Auflösung in der Hitze, ohne Zusatz einer Säure, entbindet. Wenn die Schwefelleber durch langes Stehen an der Luft, oder durch anhaltendes Rösten, von allem Flüchtigen befreyt wird, so verwandlet sie sich endlich in ein gewöhnliches vitriolisches Neutralsalz.

Umgekehrt erhält man aus den vitriolischen Neutralsalzen eine wahre Schwefelleber, wenn man dieselben mit gleichen Theilen vom fixen Alkali und etwas Kohlenstaub zusammenschmelzt. Die ausgegoßne Masse, worinn die Kohlen wirklich aufgelöset sind, hat eine grünliche Farbe, lößt sich im Wasser auf, und läßt nach dem Durchseihen, bey zugesetzter Säure, einen **künstlichen Schwefel** fallen. Diese Bereitung beweiset die Mischung des Schwefels aus Vitriolsäure und Phlogiston noch deutlicher, und weil dabey alle Arten von Kohlen einerley Schwefel geben, so schloß **Stahl** (Exp. novum verum sulphur arte producendi in Opusc. p. 299.), daß das Brennbare aller Körper einerley sey.

Die Schwefelleber ist ein mächtiges Auflösungsmittel der Metalle, wenn man sie zu dem fließenden Metalle trägt, und nach der Verbindung sogleich vom Feuer hinwegnimmt. So löset sie alle Metalle, nur den Zink nicht, auf, und macht sie mit sich im Wasser auflöslich.

Lebendiger Kalk mit einem Viertel gepülverten Schwefel gemengt, und nach und nach mit Wasser gelöscht, giebt eine **kalkartige Schwefelleber**, dergleichen man auch erhält, wenn man Gyps mit verbrennlichen Körpern im Feuer behandlet, wo der Gyps die Vitriolsäure hergiebt. Wenn man die kalkartigen Schwefellebern röstet, so bleibt ein Gyps zurück, der sehr gut zu Lichtsaugern dient. Ein Beyspiel hievon giebt die Bereitung von Cantons Phosphorus, s.

Phosphorus. Nach Bergmanns Angaben lassen sich auch schwererdige und bittersalzerdige Schwefellebern bereiten. Die flüchtige Schwefelleber, welche man auch Boylens rauchenden Geist, Beguins Schwefelöl, geschwefelten Salmiakgeist nennt, wird aus Schwefel, Salmiak und ungelöschtem Kalk destillirt.

Mit den Metallen verbindet sich der Schwefel sehr leicht, und ist eines ihrer gewöhnlichsten Vererzungsmittel. Nur mit dem Golde und der Platina geschieht diese Vereinigung nicht ohne Zwischenmittel, und was den Zink betrift, so wird die Möglichkeit seiner Verbindung mit dem Schwefel von den Chymikern fast allgemein geläugnet. Man befreyt die Metalle vom Schwefel entweder durch das Rösten, oder durch Säuren, die den Schwefel nicht angreifen, oder durch andere mit dem Schwefel näher verwandte Metalle, wovon bey den Hüttenarbeiten häufige Beyspiele vorkommen.

Die Oele und Fettigkeiten lösen den Schwefel mit Hülfe der Wärme vollkommen auf, und geben dadurch die Schwefelbalsame, welche eine bräunliche Farbe, einen starken Schwefelgeruch, und einen scharfen unangenehmen Geschmack haben. Die ätherischen Oele können in der Hitze weit mehr Schwefel aufgelößt erhalten, als wenn sie kälter werden; daher krystallisirt sich in den Auflösungen beym Erkalten ein Theil des Schwefels, in langen rothen Krystallen, die man Schwefelrubine nennt. Die schmierigen Oele und der Schwefel werden durch die Einwirkung auf einander einigermassen zersetzt, daher sich der Schwefelgeruch der Balsame und die Entstehung der Schwefelsäure erklärt, die man durch die Destillation aus ihnen erhalten kan.

Alle diese Phänomene stimmen mit Stahls Behauptung überein, daß der Schwefel blos aus Vitriolsäure und reinem Brennbaren bestehe. Dieser Satz ist auch zeither von den Chymisten allgemein angenommen worden. Inzwischen hat Lavoisier, nach seinem an mehrern Stellen dieses Wörterbuchs erwähnten antiphlogistischen System, den Schwefel für einen einfachern Stof erklärt, welcher nicht Vitriolsäure in sich enthalte, sondern vielmehr selbst einen

Bestandtheil der Vitriolsäure ausmache. Er glaubt nemlich, daß der Schwefel mit der *Base oxygène* oder dem säuremachenden Grundstoffe der reinen Luft verbunden, Vitriolsäure erzeuge, diese Säure aber sich wieder in Schwefel verwandle, wenn man ihr dieses saure Principium entziehe. Unter die vornehmsten Gründe dieses Systems gehört der Umstand, daß man durch die Verbrennung des Schwefels mehr Vitriolsäure dem Gewichte nach erhält, als der Schwefel beträgt, woraus sie entstanden ist. Es läßt sich aber dieses auch nach der Stahlischen Theorie erklären. Da die Luft hiebey beträchtlich vermindert und phlogistisirt wird, so ist sehr wahrscheinlich, daß das, was derselben abgeht, nemlich der reinere Theil, oder die dephlogistisirte Luft, zur Säure hinzukomme, und ihrem Gewichte beytrete. Dieser Zusatz verliert die Luftgestalt, weil ihm der dazu nöthige Wärmestof entzogen wird; vielleicht bildet er auch mit dem Phlogiston des Schwefels Wasser, und verbindet sich als ein solches mit der Säure. Nimmt man diese Erklärung an, von der schon oben bey der Verbrennung des Phosphorus (S. 483 u. f.) gehandlet worden ist, so braucht man das Phlogiston weder mit Lavoisier ganz zu verwerfen, noch mit Herrn Gren für einen absolut leichtmachenden Stoff zuerklären, durch dessen Entweichung das Gewicht der im Schwefel enthaltenen Vitriolsäure vergrößert werde.

Von der phlogistisirten Vitriolsäure unterscheidet sich der Schwefel dadurch, daß in ihm die Säure mit Phlogiston gesättigt ist, und sich deswegen gar nicht mehr, als Säure, zeigen kan, welches bey jener der Fall nicht ist, s. Schwefelsäure, flüchtige. Das Verhältniß der beyden Bestandtheile des Schwefels läßt sich wohl gar nicht angeben. Denn welches System man auch annehmen mag, so entstehen doch nach allen durch die Zersetzung des Schwefels neue Verbindungen, welche das Gewicht der Bestandtheile ändern, und, was das reine Brennbare betrift, so läßt sich über dessen Gewicht in keinem Falle einige Bestimmung geben. Nach Brandt soll sich das Phlogiston im Schwefel zur Vitriolsäure, wie 3 : 50, nach Neumann,

wie 1 : 127, nach andern, wie 1 : 6, nach Kirwan (Von der Menge des Phlogiston im Schwefel, in dessen Vers. und Beob. St. 1. S. 124.) wie 40, 61 zu 59, 39 verhalten. Nach Hrn. Gren wiegt die im Schwefel steckende Vitriolsäure gar mehr, als der ganze Schwefel selbst.

Die Vitriolsäure giebt mit dem Phlogiston nur dann einen Schwefel, wenn sie vollkommen trocken ist, oder in den troknen Zustand versetzt werden kan. Die Oele und brennbaren Geister liefern daher nur phlogistisirte Vitriolsäure, aber die Kohlen dieser Oele und aller verbrennlichen Materien bilden Schwefel. Im Schwefel selbst findet sich nicht das geringste Oel, und er ist daher von den Erdharzen völlig unterschieden. Da die Vitriolsäure nicht die einzige ist, die sich mit dem Brennbaren verbinden kan, so nehmen einige Chymisten auch trokne Verbindungen anderer Säuren mit dem Phlogiston unter dem Namen Salpeterschwefel, Kochsalzschwefel rc. an, wie z. B. Macquer bey der Erklärung des Verpuffens einen Salpeterschwefel zu Hülfe nimmt.

Der Nutzen des Schwefels ist sehr ausgebreitet. In der Chymie braucht man ihn zu Schmelzung, Niederschlagung, Scheidung und Reinigung verschiedener Metalle und Mineralien, ingleichen zu Bereitung der Vitriolsäure, so, wie die Schwefellebern zu Auflösungen der Metalle. In der Arzneykunst dient er sowohl innerlich, insbesondere bey schlaffen säurevollen Personen, als ein eröfnendes, abführendes, wurmtreibendes, reizendes und balsamisches Mittel, als auch äusserlich gegen verschiedene Hautkrankheiten. Auch einige mineralische Wasser, die theils zum Trinken, theils zum Baden gebraucht werden, z. B. die zu Aachen, erhalten ihre Heilkraft zum Theil von dem mit ihnen verbundenen Schwefel. In den Künsten braucht man ihn zur Zusammensetzung einiger Kütte und Theere, zu Abdrücken von geschnittenen Steinen, zum Schwefeln oder Weißmachen der Wolle, Seide und vieler andern Materien, die man seinem Dampfe aussetzt, und deren sonst nie zu vernichtende Farben von der flüchtigen Säure des brennenden Schwefels zerstöret werden. Man verbessert auch mit ihm die

durch faule Ansteckungsgifte verdorbne Luft. Der Haushaltung nützt er durch den bekannten Gebrauch der Schwefelfäden und Schwefelhölzer, ingleichen durch das Schwefeln der Weinfässer. Er macht einen Bestandtheil des Schießpulvers, und der Zusammensetzungen zu Kunstfeuern aus. In der Experimentalphysik kan er als ein idioelektrischer Körper zum Isoliren oder zu Erregung der ursprünglichen Elektricität gebraucht werden.

Macquer chymisches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Schwefel.

Gren systemat. Handbuch der Chemie, Erster Theil, §. 735 u. f.

Schwefelleber, s. Schwefel.

Schwefelleberluft, s. Gas, hepatisches.

Schwefelsäure, flüchtige, phlogistisirte Vitriolsäure, Acidum sulphuris volatile, Acidum vitrioli phlogisticatum, *Acide sulphureux volatil.* Die flüchtige Schwefelsäure ist eine durch Verbindung mit dem Brennbaren veränderte und verflüchtigte Vitriolsäure. Sie ist von der gewöhnlichen reinen Vitriolsäure auf eine sehr ausgezeichnete Art unterschieden, indem sie den durchdringenden erstickenden Geruch des brennenden Schwefels und so viel Flüchtigkeit hat, daß sie schon bey Berührung der Luft verfliegt, und sich nie concentrirt darstellen läst. Ihre Säure und ihre Verwandtschaften gegen andere Körper sind auch weit schwächer, als die der gewöhnlichen Vitriolsäure.

Man erhält solche flüchtige Schwefelsäure durch alle Verbindungen des Vitriolöls mit entzündlichen Körpern, durch welche auch das reinste Vitriolöl eine bräunliche Farbe annimmt, und einen Schwefelgeruch hervorbringt. Wenn man 4 Theile Vitriolöl und 1 Theil von einem ausgepreßten Pflanzenöle in einer Retorte behutsam zusammenbringt, und bey gelindem Feuer mit vorgeschlagnem Wasser destilliret, so geht diese flüchtige Schwefelsäure in die Vorlage über, und der Rückstand des Pflanzenöls wird ganz schwarz, harzig und trocken.

Eben diese Säure erhält man durch die Verbrennung des Schwefels unter Glocken, deren Wände mit Wasser benetzt sind, und durch Destillation des Vitriolöls aus Retorten, welche einen kleinen Riß haben, durch den das Phlogiston der Kohlen dringen kan. Vorzüglich leicht läst sie sich in Luftgestalt darstellen, und führt alsdann den Namen der vitriolsauren Luft, die im Quecksilberapparat gesperrt werden kan, s. Gas, vitriolsaures. Durch Berührung des Wassers verliert sie die Luftgestalt augenblicklich, wird von demselben eingesogen, und giebt ihm alle Eigenschaften einer flüßigen Schwefelsäure.

Die Farben der Pflanzen und einige thierische Pigmente, welche die gewöhnliche Vitriolsäure nur verändert, werden von der flüchtigen Schwefelsäure gänzlich zerstört und weggenommen. So verliert z. B. die Tinktur von Rosenblättern ihre Farbe gänzlich. Darauf gründet sich das Weißmachen oder Schwefeln der Wolle und Seide, weil der Dampf des brennenden Schwefels eine wahre flüchtige Schwefelsäure ist.

Die Neutral- und Mittelsalze, welche aus der phlogistisirten Vitriolsäure mit Laugensalzen und Erden bereitet werden, bekommen den Namen der Schwefelsalze, z. B. schwefelsaurer Weinstein, oder Stahls Schwefelsalz, Schwefelsalmiak, schwefelsaure Kalkerde u. s. w. Sie unterscheiden sich von den gewöhnlichen vitriolischen Salzen durch eine größere Auflöslichkeit im Wasser, durch einen schweflichten Nebengeschmack, eine andere Krystallenform und eine schwächere Verbindung ihrer Bestandtheile, vermöge welcher sie sehr leicht, und selbst durch die schwächsten Pflanzensäuren, zersetzt werden.

Da die flüchtige Schwefelsäure sich durch die bisher erzählten Eigenschaften von der Vitriolsäure entfernt, und mehr dem Verhalten der Salpetersäure nähert, so hat man daraus einen Beweisgrund für Stahls Behauptung herleiten wollen, daß die Vitriolsäure der allgemeine Grundstof aller Säuren sey, und sich durch eine noch innigere Verbindung mit dem Brennbaren in Salpetersäure würde verwandlen lassen. Aber diese Behauptung ist ohne Grund,

da sich, wie man jetzt gewiß weiß, beyde Säuren sehr wesentlich unterscheiden. Nach Lavoisier's System ist die flüchtige Schwefelsäure eine ihrer reinen Luft großentheils beraubte und mit Wasser verbundene Vitriolsäure.

Man muß diese Säure in Flaschen von weissem Glase aufheben, welche mit eingeriebnen Stöpseln wohl verschlossen sind, und sie so wenig, als möglich, der freyen Luft aussetzen. Ihre Flüchtigkeit macht, daß sie sehr leicht verlohren geht, und erschwert daher auch die Untersuchung ihrer Verbindungen mit andern Körpern, z. B. den Erden und Metallen.

Macquer chymisches Wörterbuch, Art. Schwefelsäure, flüchtige.

Gren systemat. Handbuch der Chemie. Erster Theil, §. 718 u. f.

Schwer, Grave; *Grave, Pesant*. Im allgemeinsten Sinne des Worts heißt ein Körper gegen einen andern schwer, wenn man in ihm ein Bestreben findet, sich nach diesem andern hin zu bewegen, ohne daß man eine äussere Ursache dieses Bestrebens gewahr wird. Man hat Gründe anzunehmen, daß alle Körper und alle Theile der Materie überhaupt gegen einander schwer sind, s. Attraction, Gravitation. Ist ein Körper gegen mehrere andere zugleich, oder gegen mehrere materielle Theile, die durch einen gewissen Umfang verbreitet sind, merklich schwer, so wird er nach mehrern Richtungen zugleich sollicitirt, und es entsteht daraus ein zusammengesetztes Bestreben nach einer mittlern Richtung, welches den Körper nach einem gewissen Punkte treibt, s. Mittelpunkt der Anziehung (oben S. 252). Alsdann sagt man auch wohl, der Körper sey gegen diesen Punkt schwer; obgleich der Grund nicht in dem Punkte, sondern in der um selbigen verbreiteten Masse liegt, die so wirkt, als ob sie in diesem Punkte beysammen wäre. So sind die Materien der Himmelskörper gegen ihre Mittelpunkte schwer.

In eingeschränkterer Bedeutung heißt ein Körper schwer, wenn man in ihm ein Bestreben findet, sich nach

der Masse der ganzen Erdkugel hin, oder nach dem Mittelpunkte ihrer Anziehung, zu bewegen, d. i. zu fallen, s. Fall der Körper. Man findet dieses Bestreben bey allen bekannten Körpern, und schließt daraus, alle Materie sey schwer. Dieses Bestreben ist, so lange man an einem und ebendemselben Orte der Erdfläche bleibt, für jeden Theil der Materie gleich groß, und macht also in jedem Körper eine desto größere Summe aus, je mehr Theile oder Masse er enthält, s. Masse. Diese Summe heißt das absolute Gewicht des Körpers, s. Gewicht.

Endlich nennt man auch einen Körper schwer (ponderosum, *pesant)* wenn sein absolutes Gewicht in Vergleichung mit andern groß ist. Hiebey bedeutet das Wort schwer eigentlich viel wiegend, und wird dem leichten, oder wenig wiegenden entgegengesetzt, s. Leicht. Dieser Begrif ist relativ, und man kan keinen Körper an sich leicht oder schwer in diesem Sinne nennen, sondern nur sagen, daß er leichter oder schwerer, als ein anderer, sey. Dies bezieht sich auf das Gewicht des ganzen Körpers, welches aus zwo Ursachen vom Gewichte eines andern verschieden seyn kan, entweder, weil jeder Theil von beyden mit verschiedener Stärke zum Fallen getrieben wird, oder weil die Anzahl der Theile in beyden verschieden ist. Aus der ersten Ursache ist ebenderselbe Körper in Lappland schwerer, als in Peru; aus der zwoten ist ein Centner schwerer, als ein Pfund.

Specifisch schwerer oder schwerartiger (specifice gravius) als ein anderer, heißt ein Körper, wenn er an ebendemselben Orte bey gleichem Volumen dennoch mehr, als jener andere wiegt. Man schließt daraus, daß er in gleichem Raume mehr Masse, als der andere, enthalte, d. i. daß er dichter (densius) sey, s. Dichte, Schwere, specifische.

Schwere, allgemeine, s. Gravitation.

Schwere der Erdkörper, Gravitas, Gravitas corporum terrestrium, *Gravité des corps terrestres ou sublunaires, Pesanteur.* Diesen Namen führt das Bestreben aller Körper auf der Oberfläche der Erde, nach Richtungen

zu fallen, welche mit der ebnen Oberfläche des stillstehenden Wassers rechte Winkel machen. Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß überall auf der Erdfläche freygelassene Körper zu Boden fallen, unterstützte auf ihre Unterlagen drücken, und aufgehangene die Fäden, von denen sie getragen werden, ausspannen. Untersucht man die Richtungen dieses Fallens, Drückens und Spannens, mit Ausschluß aller fremden Einwirkungen, so findet man sie stets genau lothrecht auf der Horizontalebne oder Wasserfläche. Selbst da, wo die Nähe großer Berge Einflüße auf die Richtung schwerer Körper hat, wirken doch eben diese Einflüße auch auf den Stand des Wassers, und es erhält sich auch hier die lothrechte Stellung der Linien des Falles gegen die Wasserfläche, die man also, als allgemeine Erfahrung, bey der Definition der Schwere der Erdkörper, sicher zum Grunde legen darf.

Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, und ganz mit Wasser bedeckt, so würden alle auf der Fläche lothrecht stehende Linien in ihren Mittelpunkt zusammen laufen, und alle Körper **gegen der Erde Mittelpunkt** schwer seyn. Auf dem Sphäroid aber (Taf. XXI. Fig. 140.) fallen dergleichen Linien, wie Mm, Nn, mit den Halbmessern der Krümmung oder den Normallinien zusammen, welche durch die Mittelpunkte der Krümmungskreise gehen. Nur für diejenigen Stellen der Erde, welche unter den Polen P und S und im Aequator AQ liegen, gehen die Halbmesser der Krümmung zugleich durch den Mittelpunkt C des Sphäroids selbst: an allen übrigen Stellen sind die Körper nicht gegen den Mittelpunkt der Erde, sondern gegen andere in den Normallinien liegende Punkte schwer. Nemlich die Körper zeigen Bestrebung, gegen alle Theile der ganzen Erdmasse zu fallen, die nach unendlich verschiedenen Richtungen auf allen Seiten um die Normallinie herumliegen. Daraus resultirt eine mittlere Richtung nach der Normallinie selbst.

Ein Körper, der dieser Richtung frey folgen kan, fällt nach den Gesetzen, welche beym Worte: **Fall der Körper** ausführlich angegeben sind. Hiebey ist es einer-

len, ob der Körper aus mehr oder weniger Theilen besteht, indem jeder Theil so geschwind, als der andere, getrieben wird, mithin das Ganze um nichts geschwinder fällt, als jeder seiner Theile. Wird aber der Körper unterstützt, so zeigt sich das Bestreben zu fallen, durch Druck auf die Unterlage, oder auf das Hinderniß, das den Fall verhütet. Hiebey ist die Menge der Theile nicht mehr gleichgültig; denn da das Hinderniß den Fall aller Theile verhüten muß, so wird es desto mehr gedrückt, je größer die Anzahl der Theile, oder die Masse des Körpers, ist. Die Größe dieses Drucks heißt das Gewicht des Körpers; und hierauf gründet sich der Unterschied zwischen Gewicht und Schwere der Erdkörper, indem Schwere das Bestreben jedes einzelnen Theils, Gewicht die Summe der Bestrebungen aller Theile bedeutet, s. **Gewicht** (Th. II. S. 492.).

Da man alles Kraft nennt, was Bewegung hervorbringt oder hervorzubringen strebt, so ist es natürlich, auch die Schwere der Erdkörper als eine Kraft zu betrachten. Kraft, die in jeden einzelnen Theil einer Masse wirkt, heißt **beschleunigende**, die in eine ganze Masse wirkt, **bewegende Kraft**. Daher ist die Schwere eine beschleunigende, das Gewicht eine bewegende Kraft, und man kan das Gewicht durch das Produkt der Schwere in die Masse ausdrücken, s. **Kraft beschleunigende; Kraft bewegende.**

Die Größe der Schwere, als einer beschleunigenden Kraft, wird durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit welcher sie den fallenden Körper forttreibt, oder durch den Raum, durch welchen die Körper in einer bestimmten Zeit, z. B. in einer Secunde, fallen. Setzt man die Schwere in unsern Gegenden, welche in der ersten Secunde durch 15,625 rheinl. Fuß treibt, = 1, so lassen sich die Schweren an andern Orten der Erdfläche in Zahlen ausdrücken. Sie verhalten sich nemlich, wie die Längen des Secundenpendels an diesen Orten, s. **Pendel** (oben S. 426 u. f.). Wenn man also, wie dort gezeigt ist, das Secundenpendel unterm Aequator, in Paris, und unterm Pole, 439,10 Lin.; 440,57 Lin.; und 441,69 Lin. findet, so ist die Schwere

unterm Aequator = 0,99666..
in Paris . . = 1,00000
unterm Pole . = 1,00254..

Man findet die Schwere der Erdkörper in höhern Gegenden geringer, als in niedrigern. Newton bestätigte dieß zuerst, indem er fand, daß sie sich bis zum Monde erstrecke, und denselben alle Minuten 15 — 16 Fuß weit gegen die Erde führe, da sie bey uns die Körper in eben der Zeit durch 60. 60. 15 Fuß, oder 3600 mal weiter führen würde. Dem zu Folge macht ihre Größe in dieser 60 fachen Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, nur den 3600sten Theil von der Schwere der Erdkörper aus, und nimmt also im umgekehrten Verhältniße des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde ab. Da sich die Gravitation der Himmelskörper nach eben dem Gesetze richtet, so betrachtete Newton die Schwere mit Recht als einen einzelnen Fall des allgemeinen Phänomens der Gravitation, s. Gravitation.

Selbst auf der Erdfläche hat man nachher Bestätigungen dieses Gesetzes der Schwere gefunden. Wenn die Höhe eines Berges gegen den Halbmesser der Erde nicht ganz unbeträchtlich ist, so muß die Schwere, mithin auch die Länge des Secundenpendels, auf der Spitze des Berges etwas geringer, als am Fuße desselben, seyn. In der That hat Bouguer in Quito das Secundenpendel in einer Höhe von 1500 Toisen nur 438,82 Linien, und auf dem 2400 Toisen hohen Pichincha 438,69 Linien gefunden, da es am Ufer des Meeres 439,10 Linien war, s. Pendel.

Die verschiedene Größe der Schwere an verschiedenen Stellen der Erdfläche hängt von zwo Ursachen ab. Die erste derselben ist die abgeplattete Gestalt der Erde, wobey nicht alle Theile der Oberfläche von den Mittelpunkten der Anziehung, nach welchen sie eigentlich schwer sind, gleich weit abstehen, und schon daher wegen des eben angeführten Gesetzes der Gravitation verschiedene Schweren haben müssen. Newton (Princip. L. III. Prop. 19.) beweißt, daß auf einem elliptischen Sphäroid, dessen Axe

sich zum Durchmesser, wie 100: 101 verhielte, die Schwere am Ende der Axe zur Schwere am Ende des Durchmessers im Verhältnisse 501: 500 seyn müßte. So etwas würde auch auf der Erdkugel statt finden, wenn sie ein ruhendes Sphäroid wäre. Die zwote Ursache aber ist die aus der täglichen Umdrehung entstehende Schwungkraft, die an allen Orten der Erde, nur die Pole ausgenommen, der Schwere zum Theil entgegenwirkt, und unter dem Aequator der Erde den 289sten Theil von der Schwere hinwegnimmt, s. Schwungkraft.

Beyde Ursachen combiniren sich so, daß eine mit auf die andere wirkt. Nemlich die Schwungkraft, wenn die Erde flüßig ist, bestimmt die Gestalt der Erde selbst, die sich durch den Schwung so lang verändern muß, bis die Säulen von Masse, PC und AC. Taf. XXI. Fig. 140. welche sich vom Pole P und von dem Endpunkte des Aequators A bis an den Mittelpunkt des Sphäroids C erstrecken, mit einander im Gleichgewichte sind. Newton führt die Rechnung hierüber auf eine sinnreiche Art. Er bleibt zuerst bey dem Sphäroid stehen, in welchem sich PC: CA = 100 : 101 verhält, und wo die Schwere, wenn es ruhte, in PC und in AC = 501 : 500 seyn würde. Da der Druck nach dem Producte der Schwere in die Masse oder in die Höhe der Säulen flüßiger Materien zu schätzen ist, so würde hiebey der Druck der Säulen PC und AC sich, wie 501 × 100 : 500 × 101, d. i. wie 501 : 505 verhalten. Soll also dieses Sphäroid durch den Schwung im Gleichgewichte erhalten werden, so muß derselbe so stark seyn, daß er das Gewicht oder die Schwere der Masse in AC von 505 auf 501 herabsetzt, oder um $\frac{4}{505}$ vermindert. So stark ist nun bey der Erdkugel die Schwungkraft nicht; sie vermindert die Schwere in AC nur um $\frac{1}{289}$; daher kann auch bey ihr das Verhältniß PC: AC = 100 : 101 nicht statt finden, oder die Abplattung nicht völlig $\frac{1}{100}$ betragen.

Um also die wirkliche Abplattung der Erde zu finden, schließt Newton nach der Regel Detri: Eine um $\frac{4}{505}$ vermindernde Schwungkraft würde den Ueberschuß von

AC über PC = $\frac{1}{100}$ geben; welchen Ueberschuß giebt eine um $\frac{1}{289}$ vermindernde Schwungkraft? Nun ist

$$\frac{4}{303} : \frac{1}{100} = \frac{1}{289} : \frac{1}{229}$$

Mithin der Ueberschuß von AC über PC = $\frac{1}{229}$, oder AC : PC = 230 : 229. Dies ist die Rechnung, deren ich schon beym Worte **Erdkugel** (Th. II. S. 27. 28.) gedacht, dort aber das Resultat 230,6 : 229,6 nach der ersten Ausgabe der newtonischen Principien angeführt habe.

Wie sich nun die Schweren an den verschiedenen Stellen eines solchen Ellipsoids verhalten müssen, welches durch die Schwungkraft ins Gleichgewicht und in den Beharrungsstand gekommen ist, das macht den Gegenstand einer mathematischen Untersuchung aus, welche schon von **Newton** angefangen, nachher aber von **Maclaurin, Simpson, Clairaut,** weiter fortgesetzt, und vom **P. Frisi** (De gravitate universali corporum Libri III. Mediol. 1768. 4maj. L. II. c. 2.) im Zusammenhange vorgetragen worden ist. Die Resultate sind, daß sich die Schweren in M und N, wie die Normallinien Mm und Nn, oder fast umgekehrt, wie die Abstände vom Mittelpunkte NC und MC, ingleichen, wie die Cubikwurzeln aus den Halbmessern der Krümmung bey M und N, verhalten; daß sich die Zunahme der Schwere vom Aequator nach dem Pole zu allemal wie das Quadrat des Sinus der Breite verhält, u. s. w. Hiebey ist aber angenommen, daß die Masse der Erde, wenigstens in proportionalen Abständen vom Mittel, überall gleiche Dichtigkeit habe.

Diese Sätze würden sich genau auf die Bestimmung der Schweren an verschiedenen Orten der Erdfläche anwenden lassen, wenn die Gestalt der Erde in der That ellipsoidisch und ihre Dichte gleichförmig wäre. Aber die Vergleichung mit den wirklichen Abmessungen macht diese Voraussetzungen sehr zweifelhaft, s. **Erdkugel** (Th. II. S. 32. 39. 40.). Es ist daher weit rathsamer, die Größen der Schwere blos durch unmittelbare Versuche mit dem Pendel zu bestimmen. Wie dies geschehe, ist beym Worte **Pendel** (oben S. 426. u. f.) gezeigt worden, wo man auch

eine Tabelle findet, die den Zustand der Schwere auf der Erdfläche deutlich vor Augen legt, indem sich die Schweren an den darinn benannten Orten, wie die angegebnen Längen des Secundenpendels, verhalten.

Veränderungen der Schwere an einerley Orte der Erde sind nie bemerkt worden. Der Stand des Monds und der Sonne hat zwar unläugbar Einfluß auf Schwere und Gewicht der Erdkörper, wie die Bewegungen des Meeres unwidersprechlich beweisen, s. **Ebbe und Fluth**; aber diese Wirkungen sind zu gering, und können nie anders, als in sehr großen flüßigen Massen, sichtbar werden. Ausserdem fallen die Körper überall noch ebenso geschwind, als sie ehedem fielen, und man bemerkt keine Aenderungen in der Länge des Secundenpendels.

Die Schwere wirkt unaufhörlich, und ohne irgend eine merkliche Pause in die Körper, in welchem Zustande sich auch dieselben befinden mögen. Der ruhende Körper übt gegen die Hinderniße, die seinen Fall verhüten, einen ununterbrochenen seinem Gewichte gleichen Druck aus; der bewegte Körper wird keinen Augenblick von der Schwere verlassen, welche seine Bewegung ununterbrochen verändert, sie müste denn durch die Festigkeit einer Unterlage gerade aufgehoben werden. Aus diesen Veränderungen der Bewegung durch die Schwere lassen sich die Gesetze fallender, und geworfener Körper erklären, s. **Fall der Körper, Wurf**, wobey man der Erfahrung gemäß annehmen muß, die Schwere wirke, wie eine **absolute Kraft**, in bewegte Körper noch eben so, wie in ruhende, und mit vollkommner Stetigkeit ohne bemerkbare Pausen oder Stöße. Beym Drucke wird in jedem Augenblicke die ganze Wirkung aufgehoben, im folgenden Zeitpunkte aber mit gleicher Stärke wieder erneuert, daher bleibt der Druck eines ruhenden Körpers immer gleich: beym Falle hingegen erhält sich die in jedem Augenblicke erzeugte Geschwindigkeit wegen der Trägheit bleibend, und wird im folgenden Augenblicke durch einen neuen Zusatz von gleicher Stärke vermehrt; mithin wird die Geschwindigkeit des fallenden Körpers immer größer, und wächst in gleichem

Verhältniße mit der Zeit, daher der Fall eine gleichförmig beschleunigte Bewegung ist, obgleich Schwere und Gewicht des fallenden Körpers immer eben dieselben bleiben.

Die Schwere giebt der Erde ihre runde Gestalt und ist das Band, welches alle zu ihr gehörige Materie zusammenhält, und die Zerstreuung derselben verhütet. Eine nicht schwere, oder gar von der Erde abwärts strebende Materie würde bey jedem Anlaße, der ihr Freyheit verstattete, davon fliehen, und sich endlich ganz vom Erdballe verlieren. Auf gleiche Weise werden auch die übrigen Weltkörper durch eine Schwere ihrer Theile gegen ihre ganze Masse zusammen gehalten, und zu Kugeln oder Sphäroiden geformt, s. Gravitation.

Die Ursache der Schwere und der Mechanismus, durch den sie bewirkt wird, sind uns zwar gänzlich unbekannt; da aber das Bestreben der Materien nach wechselseitiger Annäherung sich im ganzen Weltgebäude als ein allgemeines Phänomen zeigt, wovon die Schweren der Erdkörper und der Theile der Himmelskörper gegen ihre Mittelpunkte nur einzelne Fälle ausmachen, so darf man wohl nicht zweifeln, daß die besondere Schwere auf der Erde mit der allgemeinen Gravitation aller Materie im Weltgebäude einerley Ursache habe. Diese Kräfte als wesentliche Eigenschaften der Materie zu betrachten, ist aus den beym Worte Gravitation (Th. II. S. 526. u. f.) angeführten Gründen nicht rathsam. Es bleibt also unverwehrt, nach einer weitern Ursache der Schwere zu fragen. Ich füge hier noch einige Beantwortungen dieser Frage bey, die freylich nur Meinungen, und noch überdies sehr unwahrscheinliche, sind.

Hypothesen über die Ursache der Schwere.

Bey den Alten findet man über die Ursache der Schwere keine deutliche Aeußerung. Aristoteles begnügt sich zu sagen, es gebe zweyerley Körper, schwere und leichte; jene mit einem Triebe nach dem Mittelpunkte zu

gehen, diese mit einem Triebe, denselben zu fliehen, begabt. Erklärung sollte dies wohl nicht seyn; es ist aber auch als Phänomen unrichtig. Einige Stellen in Plutarchs Gespräche über die Gestalt der Mondscheibe zeigen, daß man die Schwere nicht einer geheimen Kraft des Mittelpunkts, sondern ganz richtig den um diesen Mittelpunkt versammleten körperlichen Theilen zugeschrieben, auch die Gestalt und das Zusammenhalten des Monds aus einer ähnlichen Schwere seiner Theile gegen das Ganze hergeleitet habe. Auch war der Begriff von allgemeiner Schwere den Alten nicht unbekannt, s. Gravitation.

Die Scholastiker nahmen die Aeußerung des Aristoteles als Erklärung an, und rechneten dem zu Folge Schwere und Leichtigkeit mit zu den verborgnen Eigenschaften der Körper. Sie vertieften sich darüber in viele Subtilitäten; einige läugneten alle Schwere, und ließen die Körper nur darum drücken und fallen, weil sie weniger leicht, als andere, wären.

Kepler (Epitome astron. Copernic. Lentiis ad Danub. 1618. 8. L. I. p. 95.) scheint den ersten Gedanken einer mechanischen Erklärung der Schwere gehabt zu haben. Er leitet sie von gewissen um den Mittelpunkt der Erde herum bewegten feinen Ausflüßen (spirantibus effluviis, spiritibus) her, welche die Körper lothrecht gegen die Erdfläche niedertrieben. Eben dies ist der Grund von mehrern nachher berühmt gewordenen Systemen. Kepler spricht aber von diesen Ausflüßen so dunkel und dichterisch, daß man fast glauben möchte, er meine unkörperliche Wesen. In der That haben ihn auch einige so verstanden. Saverien (Dict. de mathem. et de phys. Art. *Pesanteur*) sagt, er nehme Geister an, die die Körper nach dem Mittel der Erde zögen, und wolle dadurch einen Wink geben, daß die Ursache der Schwere unsere Kenntnisse übersteige. An solche Winke aber hat Kepler gewiß in einem Buche nicht gedacht, worinn er leider nur gar zu viel, und manches noch weit unglücklicher, als die Schwere, zu erklären sucht.

Gassendi nahm zu Erklärung der Schwere Ausflüße einer Materie an, welche aus der Erde, wie Stralen, ausgiengen, und die Körper nach derselben zurückzögen. Andere, z. B. Casatus, behaupteten, die Körper wären nur darum schwer, weil sie sich nicht an ihrem rechten natürlichen Orte befänden. Nach diesem strebten sie zu gehen, und wenn sie ihn erreicht hätten, würde man an ihnen keine Schwere mehr bemerken.

Descartes (Princip. philos. L. IV. prop. 19. 20. seqq.) macht die Erklärung der Schwere zu einem Theile seines mechanischen Systems der Physik. Die Kügelchen des ersten und zweyten Elements, sagt er, streben sich nach geraden Linien zu bewegen, weil sie aber durch die grobe Masse der Erde daran verhindert werden, und hier den Wegen folgen müssen, die ihnen die Zwischenräume der gröbern Theile offen lassen, so streben sie wenigstens, sich diese Wege so geradlinigt und so kurz, als möglich, zu machen. Dies findet statt, wenn die ganze Masse, die sie hindert, kugelförmig ist. Ragt alsdann ein Theil über die Kugelfläche hervor, so stossen diese Kügelchen von außen mit mehr Gewalt gegen ihn, als gegen die übrige Oberfläche, und treiben ihn nieder; ist ein Theil unter die Kugelfläche vertieft, so stoßen die inwendig durchgehenden Kügelchen von innen mit mehr Gewalt gegen ihn, und treiben ihn nach der Fläche zu. Dies ist nun die Ursache der runden Gestalt der Erde und der Schwere nach dem Mittelpunkte, so wie auch davon die Kugelgestalt der Tropfen herrührt. Schwebt in der Luft ein Körper, der mehr grobe Masse hat, als ein gleiches Volumen Luft, so findet die feine Materie in ihm weniger Wege zum Durchgange, als sie finden würde, wenn Luft an seiner Stelle stünde. Sie bewirkt also unverweilt einen für ihren Durchgang vortheilhaften Tausch, treibt den gröbern Körper nieder, und bringt Luft an seine Stelle. Daher richtet sich auch das Gewicht nicht nach der Masse des Körpers, sondern vielmehr nach dem Unterschiede zwischen den Mengen der Kü-

gelchen des ersten und zweyten Elements und der gröbern Materie, welche sich in dem Raume des schweren Körpers und in einem gleichen Volumen des ihn umgebenden Mittels aufhalten können. Vielleicht hat das Gold nur 4 — 5 mal mehr grobe Masse, als das Wasser, ob es gleich 19 mal mehr wiegt, weil die Theile des Wassers in beständiger Bewegung sind, also mehr seine Materie durchlassen, und in Vergleichung mit festen Körpern mehr Leichtigkeit besitzen.

So trägt Descartes selbst seine Erklärung der Schwere vor. In Verbindung mit seinem ganzen System kann man sie etwas deutlicher so ausdrücken: der Wirbel der feinen Materie, der um die Erdkugel nach der Richtung des Aequators von Abend nach Morgen herumgeht, treibe die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde nieder. Dieser Hypothese lassen sich außer vielen andern vornehmlich folgende Gründe entgegensetzen. 1. Wäre die Bewegung eines solchen Wirbels schnell genug, um die Körper mit so viel Gewalt nieder zu treiben, so würde sie ihnen auch einen horizontalen Stoß geben, oder sie vielmehr ganz nach ihrer eignen Richtung mit sich um die Erde herumführen. 2. Ein Wirbel, der sich mit dem Aequator parallel bewegt, kann die Körper nicht gegen den Mittelpunkt, sondern nur senkrecht auf die Erdaxe, also nur gegen die Mittelpunkte der Parallelkreise niedertreiben.

Huygens (Diss. de causa gravitatis in s. Opp. reliqu. To. I. p. 93. seqq.) sucht diese Fehler der cartesianischen Wirbel auf folgende Art zu verbessern. Er läßt die feine ätherische oder schwermachende Materie nicht mit dem Aequator parallel gehen, sondern sich in dem sphärischen Raume, in dem sie enthalten ist, nach allen möglichen Richtungen bewegen. Diese Bewegungen hindern und verändern einander so lange, bis es endlich dahin kömmt, daß sich die Materie in lauter größten Kreisen bewegt, die sich allerwärts schneiden, und in concentrischen Kugelflächen alle mögliche Richtungen haben. Eine solche Bewegung würde freylich keinen horizontalen Fortgang der

Körper veranlassen, weil der Stoß nach jeder Richtung durch einen gleichen entgegengesetzten aufgehoben wird; auch würde sie die Körper nach dem Durchschnitte aller Axen der Kugelflächen, d. i. nach dem Mittelpunkte der Erde, treiben. Aber man kann sich eine Bewegung dieser Art gar nicht als möglich vorstellen, daher sind selbst die eifrigsten Cartesianer mit dieser Verbesserung nicht zufrieden gewesen.

Inzwischen erklärt doch Huygens sehr glücklich, wie eine Kreisbewegung Körper, die ihr nicht schnell genug folgen, nach dem Mittelpunkte treibe. Die bewegte Materie nemlich erhält eine Schwungkraft, die dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit proportional ist; stößt sie nun an einen Körper, der sich langsamer bewegt und weniger Schwungkraft hat, so muß dieser ihrem Stoße weichen, und die Theile der schneller bewegten Materie nehmen nach einander seine Stelle ein, bis sie ihn ganz bis in den Mittelpunkt verdrängt haben. Huygens bestätigt dies durch folgenden Versuch. Er füllte ein cylindrisches Glas von 8 — 10 Zoll Durchmesser und 4 — 5 Zoll Höhe mit Wasser, warf zerriebnes Siegellack hinein, verschloß es mit einem Deckel, und setzte es auf eine runde Scheibe, die er durch eine Maschine sehr schnell umdrehen konnte. Nachdem die Umdrehung eine Zeitlang gedauert hatte, und alle im Glase enthaltene Materie völlig in Umlauf versetzt war, hemmte er die Bewegung plötzlich. Das Wasser setzte den Umlauf noch eine Zeitlang fort, und trieb das Siegellack, das durch das Reiben am Glase seine Kreisbewegung verlohren hatte, von allen Seiten her gegen den Mittelpunkt des Bodens zu. Durch diesen Versuch, den Hamberger (Diss. de experimento ab *Hugenio* pro causa gravitatis explicanda invento. Jenae, 1723. 4.) genauer untersucht, wird die Entstehung einer Centripetalkraft aus der Kreisbewegung in flüßigen Mitteln ganz gut erläutert. Uebrigens schließt Huygens, da die Schwere 289 mal größer sey, als die Schwungkraft, die aus der täglichen Umdrehung im Aequator entsteht, so müsse sich die Geschwindigkeit des Umlaufs der schwermachenden Materie

zur Geschwindigkeit der täglichen Umdrehung der Erde, wie die Quadratwurzel aus 289, d. i. wie 17 zu 1 verhalten.

Es würde zu weit führen, alle Veränderungen zu erzählen, die Saurin, de Molieres, Malebranche, und andere Nachfolger des Descartes, in diesen Erklärungen der Schwere durch den Stoß einer Materie gemacht haben, um das System der Wirbel und die mechanischen Erklärungen zu retten. Nur einige muß ich erwähnen. Bülfinger (De causa gravitatis physica generali disquis. experimentalis im Recueil des pieces, qui ont remporté les prix. To. I. depuis 1720—1728. Paris. 4 maj.) nimmt an, die feine Materie bewege sich nicht nur um zwo auf einander senkrecht stehende Axen zugleich, sondern mache noch überdies um jede dieser Axen zwo einander entgegengesetzte Umläufe. Hier hat man also vier besondere Wirbel, die sich durchkreuzen und wider einander laufen, ohne sich zu stören. Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris. Amst. 1683. 8. p. 75.) läßt die Säulen der feinen Materie vermöge ihrer Schwungkraft sich gegen die Materie im Himmelsraume stemmen, und dadurch Körper, die weniger Schwungkraft haben, zurück treiben. Varignon (Conjectures sur la pesanteur. 1691. 8.) leitet die Schwere von dem ungleichen Drucke der flüßigen Materie auf die Körper her, und glaubt, wenn ein Körper so weit von der Erde abstünde, daß unter ihm und über ihm gleich hohe Säulen der flüßigen Materie befindlich wären, so müßte er still stehen; in noch größern Entfernungen, wo die untere Säule höher werde, müßte er von der Erde hinweg fallen. Villemot (Nouvelle explication du mouvement des planétes) erklärt die Schwere auf eine sonderbare Art aus dem Drucke eines Centralfeuers, oder einer siedenden Materie im Mittelpunkte. Johann Bernoulli endlich (Nouvelle physique céleste, Oeuvres To. III. no. 146.), sucht die Wirbel mit dem newtonischen Gesetze der Gravitation und den keplerischen Regeln zu vereinigen, und setzt deswegen in die Mitte der Erde und jedes Planeten eine Centralsonne, aus der die feinste Materie in geraden Stralen ausströmt, aber in kleinen Flocken *(pelo-*

ons) von 3, 4 und mehrern Kügelchen zusammen, zurückkehrt. Diese Flocken bilden einen Centralstrom (*courrent central*), und da sie wegen ihrer Größe die Poren der Körper nicht frey durchdringen können, so stoßen sie gegen die kleinsten Theile derselben an, und treiben diese gegen den Mittelpunkt, oder gegen die Centralsonne nieder.

Dies wird nun schon hinlänglich zeigen, wie ängstlich man sich bemüht habe, die mechanischen Erklärungen des Descartes beyzubehalten, und mit den Naturgesetzen zu vereinigen. Die Cartesianer musten das Gezwungene solcher Hypothesen wohl selbst fühlen; Bülfinger gesteht auch von seinen doppelten wider einander laufenden Wirbeln ganz aufrichtig: Difficile remedium, fateor, et quo lubens carerem. Sed praestat hoc, quam nihil, dicere.

Allen Systemen, welche die Schwere aus dem Stoße oder Drucke schwermachender Materien erklären, läßt sich überhaupt entgegensetzen, daß solche Materien blos angenommen, und durch keine Erfahrung bestätigt sind; daß dabey immer noch keine letzte Ursache angegeben wird, weil man weiter nach der Ursache der Bewegung des Wirbels oder des Stroms der Materie fragen kann, daß man also durch die ganze Erklärung eigentlich nicht viel gewinnt; daß ein Stoß unmöglich in bewegte Körper eben so, wie in ruhende, wirken kann, welches doch die Schwere thut; daß endlich das Gewicht der Körper sich nicht nach der Oberfläche, sondern nach der Masse richtet, daher der Stoß jeden einzelnen Theil der Masse treffen, und also die schwermachende Materie in die Körper selbst eindringen müste. Daß dieses leztere geschehe, nahmen auch die Cartesianer wirklich an: es läßt sich aber dabey schwer einsehen, wie ein Stof, der die Körper durchdringt, zugleich auf sie wirken und sie bewegen soll. Indeß hat es Newton selbst nicht für unmöglich gehalten, daß Gravitation und Schwere durch Stoß bewirkt werden könnten, s. Aether. Er fand es aber rathsamer die Gesetze der Schwere zu untersuchen, als sich auf Hypothesen über ihren Mechanismus einzulassen.

Maupertuis schließt seine Erzählung der cartesianischen Systeme mit diesen Worten: „Man muß gestehen, „daß sich bis hieher die Wirbel mit den Phänomenen noch „nicht auf eine befriedigende Art haben vereinigen lassen. „Dies berechtigt jedoch nicht, sie für unmöglich zu halten. „Nichts ist schöner, als Descartes Gedanke, alles in „der Physik durch Materie und Bewegung zu erklären: „aber wenn dieser Gedanke schön bleiben soll, so muß „man sich nicht erlauben, Materien und Bewegungen blos „darum anzunehmen, weil man ihrer nöthig hat."

Den lebhaftesten Gegensatz mit diesen mechanischen Erklärungen machte die Behauptung der Newtonianer, daß die Schwere, als eine wesentliche Eigenschaft der Materie, gar keine weitere Ursache habe, s. Gravitation, Attraction. Dieser allzukühne Ausspruch, den Newton selbst nicht gewagt hatte, erweckte nur Abneigung gegen das ganze newtonische System, hielt den Fortgang der guten Sache auf, und verleitete die Anhänger der cartesianischen Theorien zu einer desto hartnäckigern Vertheidigung. Selbst, da man Newtons Sätze nicht mehr läugnen konnte, suchte man sie doch durch die seltsamsten Wendungen mit den Wirbeln zu vereinigen, wovon Johann Bernoulli's angeführte Schrift ein Beyspiel giebt. Seit dem endlich Newtons Lehren mit allgemeiner Ueberzeugung erkannt und angenommen sind, haben sich auch die Hypothesen über die Ursache der Schwere allmählig verlohren. Noch eine sehr geheimnißvolle Erklärung giebt Cadwallader Colden (Erklärung der ersten wirkenden Ursache in der Materie und der Ursache der Schwere, a. d. engl. von Kästner. Hamburg, 1748. 8.).

Dennoch räumen die einsichtsvollsten Kenner der Naturlehre ein, daß das Phänomen der Gravitation und Schwere noch nicht einfach genug sey, und daß die Gesetze desselben zu viel besondere Bestimmung bey sich führen, als daß man es, wie eine letzte Ursache, betrachten, und die Möglichkeit einer weitern Erklärung läugnen könnte, s. Gravitation (Th. II. S. 527. u. f.). Man muß sich nur nicht mit der leeren Einbildung schmeicheln, die wahre

Erklärung zu kennen, so lange sich das, was man dafür hält, nicht auf Erfahrung gründet. Bis hieher findet sich unter allen Dingen, welche Gegenstände unserer Sinne geworden sind, noch nichts, was man für die Ursache der Schwere halten könnte.

Herr de Lüc, dessen Verdienste um die Naturlehre so groß sind, und dem man den Vorwurf gewiß nicht machen kann, daß er die Erfahrung über Hypothesen vernachläßige, rühmt dennoch bey jeder Gelegenheit eine Theorie seines Freundes, des Herrn Le Sage in Genf, welche den ganzen Mechanismus der bekannten Naturgesetze erklären soll. Diese Theorie ist noch nicht in ihrem ganzen Umfange bekannt; was aber Herr de Lüc hin und wieder von derselben anführt, und fast mit Enthusiasmus rühmt, hat ein sehr cartesianisches Ansehen. So wird z. B. den Theilen des freyen Feuers eine Bewegung in Spirallinien zugeschrieben. Was die Schwere betrift, so giebt Herr Le Sage an, Galiläis Gesetze fallender Körper folgten eben nicht nothwendig aus der Erfahrung, und die Versuche würden eben so ausfallen, wenn die Fallräume in andern Verhältnißen, z. B. wie die Trigonalzahlen, zunähmen; also dürfe man nicht schließen, daß die Schwere stetig und ununterbrochen wirke; es lasse sich alles auch aus unterbrochnen Wirkungen, oder aus Stößen, erklären. Herr Kästner (Prüfung eines vom Herrn le Sage angegebnen Gesetzes fallender Körper, im deutschen Museum, Jun. 1776. auch in der deutschen Uebers. des de Lüc über die Atmosphäre, II. B. S. 660.) hat diesen Gedanken sehr schön zergliedert. Stetigkeit ist allerdings nur Erscheinung, vielleicht nicht Wirklichkeit: aber man muß doch bey der Lehre von der Schwere Stetigkeit zum Grunde legen, weil die Erfahrung nichts über die Stärke und Anzahl der Stöße lehrt, und ohne diese Bestimmungen alles, was man immer rechnen möchte, nicht Erklärung, sondern willkührliche Erdichtung seyn würde. Herr de Lüc rühmt dennoch, daß ihm die Theorien des Herrn Le Sage auch in den dunkelsten Fächern der Physik allezeit einen sichern Leitfaden gegeben hätten.

Zum Glück für uns hängt das Wohl der Menschen mehr von der Kenntniß der Erscheinungen und Gesetze, als von der Erforschung der Ursachen ab. „Es ist sehr nützlich zu wissen, sagt **Franklin**, daß das Porcellan ohne „Stütze herabfalle uud zerbreche. Zu wissen, warum es „falle, und warum es zerbreche, ist ein Vergnügen; aber „man kann sein Porcellan auch ohne dieses bewahren."

Newtoni Philos. naturalis principia mathemat. ex edit. P. P. *Jacquier et Le Sueur.* Lib. III. Prop. 19. 20.

Paulli Frisii, Barnabitae, de gravitate universali corporum Libri III. Mediol. 1768. 4 maj. L. II. c. 2 et 4.

Ren. Descartes Principia philosophiae. Amst. 1685. 4 L. IV. prop. 19 — 25.

de Maupertuis Discours sur les differentes figures des astres. Oeuvr. de *Maup.* Lyon. 1768. 8. To. I. p. 104 sqq.

Wolf vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur, Halle, 1723. 8. Cap. III. §. 82.

Saverien Dictionn. de mathemat. et de phys. Art. *Pésanteur.*

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Aufl. von Lichtenberg. Götting. 1787. 8. §. 108 — 113 b.

Schwere, specifische, eigenthümliche Schwere, specifisches oder eigenthümliches Gewicht, Gravitas specifica, Pondus specificum, *Pesanteur spécifique, Poids relatif (Brisson).* Mit diesen Namen bezeichnet man das Verhältniß des Gewichts der Körper gegen den Raum, den sie einnehmen. Man nennt einen Körper specifisch schwerer, schwerartiger, als einen andern, wenn er unter eben demselben Raume mehr wiegt, specifisch leichter, leichtartiger, wenn er weniger wiegt, als dieser andere, der mit ihm gleichen Raum einnimmt. Und man setzt diese specifische Schwere zweymal, dreymal rc. so groß, wenn der Körper unter eben demselben Raume zweymal, dreymal rc. so viel, als ein anderer, wiegt.

Ehedem war blos der Name specifische Schwere üblich. Jetzt sagen viele richtiger: eigenthümliches Gewicht, weil doch vom Gewicht einer ganzen Summe

von Theilen, nicht von der Schwere jedes einzelnen Theiles die Rede ist. Mich hat nur die Gewohnheit verleitet, beym Entwurfe dieses Werks den alten Namen beyzubehalten, und als ich den Umstand bemerkte, war es zu spät, ihn zu ändern.

Diese Namen drücken relative Begriffe aus. Man kann nicht sagen, wie groß das eigenthümliche Gewicht des Quecksilbers an und für sich sey; man kann nur bestimmen, wie es sich zu dem eigenthümlichen Gewichte eines andern Stoffes, z. B. des Wassers, verhalte. Da ein Cubikzoll Quecksilber 14 mal mehr wiegt, als ein Cubikzoll Wasser, so ist dieses Verhältniß bey den genannten Körpern = 14 : 1.

Nimmt man aber das eigenthümliche Gewicht irgend eines sich immer gleich bleibenden Stoffes zur Einheit an, so läßt sich alsdann jedes andere durch die Zahl ausdrücken, welche anzeigt, wie vielmahl es größer oder kleiner sey, als das zur Einheit angenommene. Weil man sich durch die Erfahrung berechtiget glaubt, dem Regenwasser oder auch dem destillirten völlig reinen Wasser, bey gleichem Grade der Wärme, ein immer gleiches specifisches Gewicht beyzulegen, so setzt man dieses = 1. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die eigenthümlichen Gewichte anderer Körper durch Zahlen ausdrücken, das vom Quecksilber z. B. ist = 14.

Man nenne zweener Körper Gewichte P und p, die Räume oder Volumina, die sie einnehmen, V und v, das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte G : g. Es ist die Frage, wie dieses Verhältniß gefunden werde, wenn Gewichte und Räume gegeben sind. Hiezu führen folgende Sätze und Schlüße

I. **Nehmen zween Körper einerley Raum ein, so verhalten sich ihre specifischen Schweren, wie ihre Gewichte.** Dies folgt aus der Bedeutung des Worts specifisch schwer. Man nennt einen Körper doppelt so schwer, wenn er unter eben dem Raume doppelt so viel wiegt.

II. Haben zween Körper einerley specifische Schwere, so verhalten sich ihre Gewichte, wie die Räume, die sie einnehmen. Es fällt in die Augen, daß das Gewicht dreymal so groß wird, wenn ich von einer Materie, die in gleichen Räumen gleich viel wiegt, so viel nehme, als einen dreyfachen Raum auszufüllen erfordert wird.

Man denke sich nun noch einen dritten Körper, dessen Raum = V, und dessen eigenthümliche Schwere der des zweyten vorigen gleich sey, so daß sich die des ersten zu ihr auch, wie G : g verhalte. Das Gewicht dieses Körpers setze man = π. So ist

für den ersten und dritten nach I. $G : g = P : \pi$
für den zweyten und dritten nach II. $V : v = \pi : p$

daher für den ersten und zweyten $GV : gv = P : p$

und $G : g = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$

d. i. die specifischen Schweren der Körper verhalten sich, wie die Quotienten der Gewichte durch die Volumina.

Eben so verhalten sich auch die Dichtigkeiten der Körper, weil die Masse dem Gewichte proportional ist, s. Dichte (Th. I. S. 583). Daher ist specifische Schwere und Dichte der Körper einerley, indem beydes relative Begriffe sind, die auf einerley Verhältniße führen. Setzt man die Dichte des völlig reinen Wassers = 1, so werden die Dichten aller andern Materien durch eben die Zahlen ausgedrückt, welche ihre eigenthümlichen Gewichte ausdrücken. Dies setzt freylich voraus, daß alle Materie schwer sey: gäbe es Stoffe von absoluter Leichtigkeit, deren Hinzukommen das Gewicht verminderte, so würde sich die Masse nicht mehr, wie das Gewicht, mithin die Dichte nicht mehr, wie die specifische Schwere, verhalten.

Wenn man von zwo verschiedenen Materien gleiche Volumina, z. B. von jeder einen Cubikzoll, abwiegt, so geben die Gewichte, die man findet, unmittelbar das Ver-

hältniß ihrer eigenthümlichen Schweren an, weil die Volumina gleich sind. Einige Physiker sehen dies als Definition der eigenthümlichen Schwere an, und sagen, diese letztere sey das Gewicht eines Körpers unter einem bestimmten Volumen, z. B. eines Cubikzolls oder Cubikschuhes. Dies giebt aber einen sehr unbestimmten und unrichtigen Begrif. Wenn ich einen Cubikzoll von einer einzigen Materie, z. B. Quecksilber, abwiege und $18\frac{2}{3}$ Loth finde, so liegt hierinn allein noch kein Gedanke an specifische Schwere. Erst, wenn ich noch überdies auch einen Cubikzoll Wasser wiege und $1\frac{1}{3}$ Loth finde, entsteht durch Vergleichung beyder Gewichte das Verhältniß $1\frac{1}{3} : 18\frac{2}{3}$ oder 1 : 14, welches dem Verhältniße der eigenthümlichen Gewichte beyder Materien gleich ist.

Diese Methode, Körper unter dem Raume eines Cubikzolls u. dgl. abzuwiegen, wäre nun der Theorie nach das leichteste Mittel, die Verhältniße der eigenthümlichen Gewichte verschiedener Stoffe durch Versuche zu finden. In der Ausübung aber würde es oft schwer seyn, von gewissen Stoffen einen genauen Cubikzoll abzumessen, und die dabey unvermeidlichen Fehler würden die Bestimmungen sehr unzuverläßig machen. Die Hydrostatik giebt andere Methoden an, welche in der Ausübung leichter und sicherer sind, und die ich hier in möglichster Kürze beybringen will.

Praktische Methoden, das eigenthümliche Gewicht der Körper zu finden.

Vor allem ist zu erinnern, daß Versuche dieser Art unter einerley Temperatur der äußern Luft, d. i. bey einerley Stande des Thermometers angestellt werden müssen. Eine größere Wärme dehnt die Körper aus, vergrößert ihr Volumen, und macht also die Quotienten $\frac{P}{V}$ geringer, wodurch nothwendig die Verhältniße dieser Quotienten geändert werden. Im Sommer ist ein Cubikzoll

Wasser fast um 3 Gran, d. i. um den 130sten Theil des Gewichts leichter, als im Winter. Man muß daher einen bestimmten Grad der Wärme, etwa 60 Grad nach Fahrenheit, oder 12 Grad nach Reaumür wählen, wenigstens den Stand des Thermometers beym Versuche angeben.

Ferner ist es gewöhnlich, das eigenthümliche Gewicht des reinen Wassers hiebey = 1 anzunehmen. Daher muß man zu den Versuchen destillirtes oder mit der nöthigen Sorgfalt aufgefangnes Regenwasser gebrauchen, wenn man das gesuchte Verhältniß unmittelbar aus einem einzigen Versuche finden will. Endlich muß man sich um der genauern Abwägung willen einer guten hydrostatischen Wage, s. *Wage, hydrostatische*, bedienen, und zu möglichster Verkleinerung der Fehler die Abwägungen nicht mit allzukleinen Massen unternehmen, lieber größere von 8—12 Unzen gebrauchen.

Um das eigenthümliche Gewicht eines festen Körpers, den das Wasser nicht auflöset und der in selbigem untersinkt, z. B. eines Metalls, Glases, Steins rc. zu finden, wiege man den Körper, welche Gestalt und Größe er auch haben mag, zuerst an der Luft, so erfährt man sein absolutes Gewicht = P. Hierauf senke man ihn an der hydrostatischen Wage in reines Wasser, wo er vom Gewichte P soviel verliert, als ein gleich großer Theil Wasser wiegt, s. *Gleichgewicht* (Th. II. S. 506.). Dieser Verlust sey = a. Er ist das Gewicht des Wassers unter eben dem Raume, den der eingesenkte Körper einnimmt. Also wiegt unter gleichem Raume der Körper P, das Wasser a, und die specifischen Gewichte beyder verhalten sich, (nach dem Satze I.) wie P : a. Wird das eigenthümliche Gewicht des Wassers, wie gewöhnlich, = 1 angenommen, so ist das gesuchte specifische Gewicht des Körpers = $\frac{P}{a}$.

Ex. Ein Thaler von gutem Silber wog 466 Gran = P, und verlohr, in Wasser gesenkt, 45 Gran = a. Hieraus findet sich das Verhältniß der specifischen Schweren dieses Silbers und des Wassers = 466 : 45, und des erstern ei-

genthümliches Gewicht, als Zahl ausgedrückt, $= \frac{466}{45} =$ 10,355 ....

Hiebey wird angenommen, daß die Dichtigkeit des festen Körpers gleichförmig sey, s. Dichte. Ist dies nicht, so giebt das Verfahren nicht das eigenthümliche Gewicht dieses Körpers (welches nicht für alle seine Theile einerley ist), sondern eines andern, der mit jenem gleich groß ist, und gleich viel wiegt, aber dabey von gleichförmiger Dichtigkeit ist — ein mittleres specifisches Gewicht, das mit der mittlern Dichte eines solchen Körpers übereinstimmt.

Feste Körper, welche vom Wasser angegriffen und aufgelöset werden, kan man in starken Weingeist oder Terpentinöl einsenken, wobey P : a das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren des Körpers und der gebrauchten Flüßigkeit angiebt. Findet man nun durch die im folgenden zu beschreibenden Methoden die Schwere dieser Flüßigkeit zur Schwere des Wassers, wie g : 1, so ist das Verhältniß der Schweren des Körpers und Wassers $= \overline{P : a + g : 1} = \frac{Pg}{a} : 1$ oder das eigenthümliche Gewicht des Körpers $= \frac{Pg}{a}$.

Feste Körper, welche auf dem Wasser schwimmen, verbindet man mit schwerern, z. B. einer metallnen Zange, einem mit Drath bedeckten gläsernen Eimer u. dgl., deren Gewicht und Gewichtsverlust im Wasser bekannt ist. Wiegt man alsdann die ganze Verbindung sowohl an der Luft, als auch im Wasser, so ergiebt sich hieraus das Gewicht und der Gewichtsverlust des Ganzen, und die Unterschiede geben Gewicht P und Gewichtsverlust a des leichtern Körpers an, für welchen a größer, als P seyn wird, weil er vom Wasser stärker gehoben wird, als sein ganzes Gewicht entgegendrückt, s. Schwimmen. Auch hier wird P : a das gesuchte Verhältniß, und $\frac{P}{a}$ (welches < 1 wird) die eigenthümliche Schwere des Körpers seyn. So untersucht Wilkenson (Philos. Trans. Vol. LV. p. 96 — 105.) die Schwere des Korks, und findet sie ohngefähr $\frac{1}{4}$ von der des Wassers; auch haben D. Hook (Philos. exp. publish'd by *Der-*

ham. London, 1726. 8. p. 134.) und **Mairan** (Traité de la glace. Paris, 1749. 8. p. 263.) auf diese Art die Schwere des Eises gefunden. Die Geräthschaft dazu, Zange, Eimer ꝛc. beschreibt **Musschenbroek** (Introd. ad phil. nat. Tom. II. §. 1398 °). Der Eimer dient auch nach eben der Methode, **Pulver** in flüßigen Materien abzuwiegen, wenn sie darinn untersinken und nicht davon aufgelößt werden.

Man kan endlich auch das eigenthümliche Gewicht eines festen Körpers durch Fahrenheits Aräometer finden, s. **Aräometer**, (Th. I. S. 124 u. f.). Legt man nemlich den Körper oben auf die Schale an diesem Instrumente, so zeigt das Gewicht, das man noch zulegen muß, wenn sich das Aräometer bis an das Merkmal im Wasser eintauchen soll, wieviel der Körper wiege, oder P. Hängt man ihn alsdann unten an das Instrument, so erfährt man auf eben die Art sein Gewicht im Wasser, und daraus ergiebt sich sein Gewichtsverlust, oder a, mithin auch $\frac{P}{a}$, oder seine specifische Schwere. **Bergenstierna** (Schwed. Abhdl. B. XXXVII. der deutsch. Uebers. S. 1??. mit Kästners Anm.) hat das Aräometer hiezu bequemer einzurichten gesucht. Wenn es recht empfindlich ist, kan es für kleine Körper auf diese Art mit Vortheil gebraucht werden.

Die eigenthümlichen Gewichte **flüßiger Materien** werden am besten dadurch bestimmt, daß man einen massiven gläsernen oder elfenbeinernen Körper von beliebiger Gestalt in sie einsenkt, und dessen Gewichtsverlust in ihnen bemerkt. Dieser Verlust beträgt in jeder Materie soviel, als das Gewicht dieser Materie unter dem Raume des eingesenkten Körpers. Da der Körper, also auch dieser Raum, für beyde Materien ebenderselbe bleibt, so müssen sich nach dem Satze I.) ihre specifischen Schweren, wie die beyden Größen des Gewichtsverlusts verhalten. Verliert also der Glaskörper im Wasser a, in einem andern Liquor A, so verhalten sich die eigenthümlichen Gewichte des Liquors und des Wassers, wie A : a, und das erstere, als Zahl ausgedrückt, ist $= \frac{A}{a}$.

Ex. Eine elfenbeinerne Kugel verlohr in gesättigtem Salzwasser 435 Gran, in süssem Wasser 372 Gran. Mithin ist das eigenthümliche Gewicht des völlig gesättigten Salzwassers $= \frac{435}{372} = 1,169$.

Andere Mittel, das eigenthümliche Gewicht flüßiger Materien zu bestimmen, geben die Aräometer, von deren verschiedenen Arten und Gebrauche unter einem besondern Artikel (Th. I. S. 113 u. f.) gehandlet worden ist. Eben daselbst (S. 127.) wird auch ein Gefäß beschrieben, welches Homberg gebrauchte, um von verschiedenen Liquoren gleiche Volumina abzumessen und durch Abwiegung derselben ihre eigenthümlichen Schweren zu vergleichen. Dieser letztern Methode bediente sich Leutmann (Comm. Petropol. To. V. p. 275.), indem er gläserne Gefäße mit den flüßigen Materien bis zum Ueberlaufen füllte, alsdann einen eingeriebnen Glasstöpsel eindrehte, und das übergelaufene abwischte. Hierauf ward das Ganze gewogen, und das bekannte Gewicht des leeren Gefäßes mit dem Stöpsel abgezogen.

Noch eine Methode, da man ein hölzernes Stäbgen in verschiedene flüßige Materien senkt, und die Größen des eingetauchten Theils im umgekehrten Verhältniße vergleicht, ist ebenfalls beym Worte Aräometer (Th. I. S. 123. 124.) erwähnt. Dabey findet man zugleich das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren des Holzes, woraus das Stäbgen besteht, und des Liquors, welche sich, wie die Länge des eingetauchten Theils zur ganzen Länge des Stäbgens, verhalten. Denn es verhält sich überhaupt die Schwere eines Körpers zur Schwere des Liquors, auf dem er schwimmt, wie die Größe des eingetauchten Theils zur Größe des ganzen Körpers, s. Schwimmen.

Auch könnte man specifische Schweren flüßiger Materien, die sich nicht miteinander vermischen, durch Abmessung der Höhen ihrer Säulen in communicirenden Röhren vergleichen, s. Röhren, communicirende. Dies würde jedoch wegen des Anhängens an den Wänden der Röhren wenig Genauigkeit geben. Eben so unzuverläßig ist bey festen Körpern, die leichter als Wasser sind, die Methode,

zu untersuchen, wie stark sie vom Wasser gehoben werden, indem man einen Faden daran befestiget, unten um eine auf dem Boden des Gefäßes befindliche Rolle zieht, und versucht, wie viel Gewicht nöthig ist, um an diesem Faden den Körper ganz unter Wasser zu erhalten.

Die eigenthümlichen Gewichte der Metalle kan man auch so unter einander vergleichen, daß man von ihnen gleich dicke Cylinder macht, welches sich durch das Drathziehen bewerkstelligen läßt. Macht man nun ferner diese Cylinder von gleichem Gewichte, so verhalten sich die eigenthümlichen Schweren der Metalle, woraus sie bestehen, verkehrt wie der Cylinder Längen. Denn die Längen L und l verhalten sich wegen der gleichen Dicke, wie die Volumina. Sind nun die Gewichte P und p gleich, so ist für die eigenthümlichen Schweren

$$G : g = \frac{P}{L} : \frac{P}{l} = l : L.$$

Bey der Abwägung der Körper erfährt man nicht ihr ganzes absolutes, sondern nur ihr relatives Gewicht in der Luft, s. **Gewicht** (Th. I. S. 493.), wozu man noch das Gewicht von soviel Luft, als der Körper aus der Stelle treibt, hinzusetzen muß, um das absolute Gewicht zu haben. Aber bey den festen Körpern und den tropfbaren Flüßigkeiten macht dieses so wenig aus, daß man es ohne Fehler vernachläßigen kan. Wiegt man aber die Luft selbst oder andere Gasarten in eingeschloßnen Gefäßen ab, so müssen hiezu feste unbiegsame Gefäße gewählt werden, deren Volumen sich nicht ändert, damit der Gewichtsverlust, den sie von der äussern Luft leiden, bey gleichem Stande des Barometers und gleicher Wärme der nemliche bleibe, s. **Luft**. Auf eben die Art, wie das Gewicht der gemeinen Luft in einem solchen Gefäße, z. B. einer kupfernen Kugel, gefunden wird, kan man auch die Gewichte anderer Gasarten suchen, deren Verhältniße bey gleichem Volumen zugleich die Verhältniße ihrer eigenthümlichen Gewichte ausdrücken. Fontana's Methode hiebey, welche die genauste ist, beschreibt **Cavallo** (Abhdl. über die Natur und Eigensch. der Luft, a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. S. 377.).

Tafeln über die eigenthümlichen Gewichte der Körper.

Nach den angeführten Methoden haben die Physiker eigenthümliche Gewichte sehr vieler Körper untersucht, und in Tafeln gebracht, wobey das eigenthümliche Gewicht des reinen Wassers = 1 oder = 1000 u. s. w. gesetzt ist, je nachdem die übrigen mit Decimalbrüchen angegeben, oder diese Brüche in ganze Zahlen verwandlet werden. Eine solche Tabelle hat schon **Marinus Ghetaldi** (Archimedes promotus, Romae, 1603. 4.), auch giebt **Henkel** (Pyritologia oder Kieshistorie. Leipz. 1725. 8. im Anhange) eigenthümliche Schweren mineralischer Körper an. Was hierinn bis 1747 geleistet war, hat **Richard Davies** (Tables of specific gravities, extracted form various authors, with some obs. upon the same in Philos. Trans. Vol. XLV. Num. 488. p. 416.) sehr fleißig zusammengetragen. Auch **Martin** (Philos. Britannica, Vol. I. p. 216. der deutsch. Uebers. Th. I. S. 347.) liefert eine reichhaltige und genaue Tabelle. **Muschenbroek**, der schon der ältern Ausgabe seines Werks ein ziemlich starkes Verzeichniß aus eignen Versuchen eingerückt hatte, hat dasselbe in der neuern (Introd. ad philos. nat. Lugd. Bat. 1762. 4maj. To. II. §. 1417.) weit vollständiger und genauer mitgetheilt. So schätzbar diese Arbeit ist, so hat er doch seine eignen genauen Vorschriften (§. 1415.) nicht durchgängig selbst befolgt. Er giebt z. B. keinen bestimmten Grad der Wärme an, sondern sagt nur, daß die Versuche in den Monaten April, Julius und August gemacht sind.

Weit brauchbarer vollständiger, und genauer ist das neuere Verzeichniß von **Brisson** (Pesanteur specifique des corps; ouvrage utile à l'histoire naturelle, à la physique, aux arts et au commerce par M. *Brisson.* à Paris, 1787. 4maj. 453 S.), welcher sich sehr lange mit diesem Gegenstande beschäftiget, und den Theil, der die Metalle betrift, schon 1772 (Mém. de l'acad. de Paris, 1772. Part. II. p. 1. sqq. ingl. Dict. de physique Art. *Pesanteur spécifique*) be-

kannt gemacht hatte. Er hat alle Versuche bey 14 Grad Temperatur nach Reaumür angestellt, sich soviel möglich großer Massen von 8 — 14 Unzen bedient, und die Beschaffenheit der untersuchten Körper nach ihrer Bereitungsart und ihren verschiednen Zuständen sehr genau angegeben.

Mit diesen Verzeichnißen ist noch dasjenige zu verbinden, was Hahn (Diss. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Bat. 1751. 4.) und Gellert (Comment. Petropol. To. XII.) von den Metallcompositionen, und Priestley, Bergmann, Lavoisier, Fontana, Kirwan rc. von den Luftgattungen angegeben haben.

Ich theile hier das kurze aus Musschenbroek gezogne, und nach Brisson und einigen andern verbesserte Verzeichniß mit, welches Herr Gren seinem Grundriße der Naturlehre (S. 222 u. f.) eingerückt hat.

Metalle.

Platina	20,000 21,061	Sickingen
Gold	19,640	Mussch.
	19,257	Briss.
Quecksilber	14,110	Mussch.
Bley	11,352	—
Silber	10,552	Bergm.
Wißmuth	9,670	—
Nickelkönig	9,000	—
Kupfer	8,876	—
Meßing	8,395	Briss.
Arsenikkönig	8,308	Bergm.
Eisen	7,800	—
Stahl	7,767	Mussch.
	7,833	Briss.
Kobaltkönig	7,700	Bergm.
Zinn	7,264	—
	7,291	Briss.
Zink	6,862	Bergm.
Spießglaskönig	6,860	—
Braunsteinkönig	6,850	—
Wolfram	7,842	v. Leyßer
Wolframkönig	17,600	de Luyart

Erden.

Schwererde		3,733	Bergm.
Kalkerde		2,720	—
Bittersalzerde		2,155	—
Kieselerde		1,975	—
Alaunerde		1,305	—
Schwerstein		4,990	Kirwan
	bis	5,800	—
Schwerspath		4,000	Bergm.
	bis	4,496	—
Chalcedon		4,360	Mussch.
Granat, böhm.		4,360	—
Sapphir		4,090	—
— orient.		3,562	—
Diamant		3,517	—
Topas, sächs.		3,450	—
Chrysolith		3,360	—
Carneol		3,290	—
Rubin		3,180	—
Lasurstein		3,054	—
Smaragd		3,095	—
Turmalin		2,952	—
	bis	3,250	—
Bergkrystall		2,650	—
Isl. Krystall		2,720	—
Hyacinth		2,613	—
Jaspis		2,666	—
Opal		1,958	—
	bis	2,075	—
Reiner Quarz		2,763	—
Selenit		1,870	—
	bis	2,320	—
Gem. Kiesel		2,542	—
Engl. Krystallglas		3,150	—
Venet. Glas		1,591	—
Gem. grünes Glas		2,666	—

Salze.

Concentr. Vitriols.	2,125	Bergm.
Gem. Vitroloel	1,700	—
Concentr. —	1,827	—
Concentr. Salpeters.	1,580	—
Concentr. Salzsäure	1,150	—
Flußspathsäure	1,500	—

Phosphorsäure, verglaste	2,687	Bergm.
Sedativsalz	1,480	—
Destillirter Essig	1,011	Mussch.
Arseniksäure	3,391	Bergm.
Weißer Arsenik	3,706	Mussch.
Vitriolisirter Weinstein	2,298	—
Glaubersalz	2,246	—
Salpeter	1,900	—
Würfl. Salpeter	1,869	—
Reines Kochsalz	1,918	—
Steinsalz	2,143	—
Digestivsalz	1,836	—
Sublimirter Salmiak	1,420	—
Borax	1,720	—
Alaun	1,714	—
Bleyzucker	2,395	—
Engl. Vitriol	1,880	—
Zinkvitriol	1,900	—
Weißer Zucker	1,606	—
Brennbare Mat.		
Steinkohle	1,240	—
Judenpech	1,400	—
Bernstein	1,065	—
Gagat	1,203	—
Schwefel	1,800	—
Naphtha	0,708	Kirwan
Geister.		
Alkohol	0,815	Mussch.
Vitrioläther	0,732	—
Weißer Franzwein	1,020	—
Frontignac	1,008	—
Malaga	1,015	—
Rother Capwein	1,018	—
Weißer Capwein	1,039	—
Pontac	0,993	—
Champagner	0,962	—
Moßler	0,916	—
Rheinwein	0,999	—
Fette.		
Rindertalg	0,955	—
Hammeltalg	0,943	—
Schweinschmalz	0,954	—
Gelbes Wachs	0,960	—
Weißes Wachs	0,966	—

Oele.		
Baumöl	0,913	Mussch.
Leinöl	0,928	Brandis
Rübsamenöl	0,902	—
Cacaobutter	0,910	—
Weißes Mohnöl	0,922	—
Süßes Mandelöl	0,928	Mussch.
— —	0,911	Brandis
Destillirte Oele.		
Nelkenöl	1,034	Mussch.
Pomeranzenöl	0,888	—
Zimmtöl	1,035	—
Sassafrasöl	1,094	—
Rosmarinöl	0,934	—
Fenchelöl	0,997	—
Wacholderöl	0,911	—
Krausemünzöl	0,975	—
Terpentinöl	0,792	—
Aloe	1,358	—
Arab. Gummi	1,735	—
Pech	1,150	—
Kampher	0,996	—
Hölzer.		
Indian. Cedernholz	1,315	—
Buxbaumholz	1,328	—
und	0,919	—
Brasilienholz	1,031	—
Ebenholz	1,209	—
Fernambukholz	1,014	—
Franzosenholz	1,333	—
Mahagonyholz	1,063	—
Greisholz	1,200	—
Altes Eichenholz	1,666	—
Eichenholz vom Stamme	0,929	—
— vom grünen Aste	0,870	—
Rhodiserholz	1,125	—
Weißes Nadelholz	1,041	—
Rothes —	1,128	—
Campecheholz	0,913	—
Büchenholz	0,852	—
Gelb Sandelholz	0,809	—
Erlenholz	0,800	—
Ahornholz	0,755	—

Eschenholz . . .	0,734	Mussch.
Apfelholz . . .	0,793	—
Pflaumenholz . .	0,785	—
Haselnholz . . .	0,600	—
Birnenholz . .	0,661	—
Ulmenholz . .	0,600	—
Lindenholz . . .	0,604	—
Weidenholz . . .	0,585	—
Wacholderholz . .	0,556	—
Sassafrasholz . .	0,482	—
Tannenholz . . .	0,550	—
Pappelholz . . .	0,383	—
Kork . . .	0,240	—
Eis . . .	0,916	—
Wasser . . .	1,000	—

Die atmosphärische Luft läßt sich bey dem Barometerstande 27 Zoll 8 Lin. und bey 65 Grad Temperatur nach Fahrenheit, 800mal leichter, als das Wasser annehmen, s. Luft. Mithin ist ihr mittleres eigenthümliches Gewicht = 0,00125. Für die übrigen luftförmigen Stoffe giebt Fontana (Philos. Transact. Vol. LXXI. P. I. p. 9.) aus Versuchen, die bey einem Barometerstande von 29 engl. Zoll und bey 55 Grad Temperatur nach Fahrenheit angestellt sind

Gemeine Luft	152	Brennbare Luft	10
Dephlogistisirte	160	Nitröse	157
Phlogistisirte durch Sättigung mit nitröser	140	Salzsaure	243
		Vitriolsaure	300
		Flußspathsaure	450
Fixe Luft	220	Laugenartige	70

Anderer Naturforscher Bestimmungen, die hievon abweichen, sind in den die Gasarten betreffenden Artikeln mit angegeben.

Anwendungen dieser Lehre.

Man findet das Gewicht eines Cubikzolls von jeder angegebnen Materie, wenn man die Zahl, welche ihre spec-

sische Schwere ausdrückt, in das Gewicht eines Cubikzolls Wasser multiplicirt. Ein rheinländischer Decimalcubikzoll Wasser wiegt nach Medicinalgewicht $492\frac{1}{48}$ Gran. Dies mit 7,800 multiplicirt, giebt das Gewicht eines Cubikzolls Eisen = 3567,8 Gran oder 7 Unzen, 3 Drachm, 1 Scrupel, 7,8 Gran. So kan man Tabellen über die absoluten Gewichte der Körper berechnen, die zu vielen praktischen Absichten brauchbar sind. **Brisson** hat eine solche für das Gewicht eines pariser Cubikzolls und Cubikschuhes von allen Metallen. Zu ohngefährer Uebersicht kan folgende aus **Bion** (Mathematische Werkschule, a. d. frz. Frf. u. Leipz. 1712. 4. S. 77.) dienen, welche die Gewichte eines pariser Cubikschuhs verschiedener Materien in französischen Pfunden zu 16 Unzen angiebt.

Gold	1326 Pf.	4 Unz.	Weiss. Marmor	188 Pf.	12 Unz.
Quecks.	946 —	10	gehauener Stein	139 —	8
Bley	802 —	2	Ziegelstein	127 —	—
Silber	720 —	12	Gyps	85 —	—
Kupfer	627 —	12	Wass. a. d. Seine	69 —	12
Eisen	558 —	—	Seewasser	70 —	10
Zinn	516 —	2	Wein	68 —	6

Auch **Eisenschmidt** (De ponderibus et mensuris veterum. Argentor. 1708. 12. App. Tab. p. 174.) hat eine solche Tabelle, welche schon die Gewichte im Sommer und Winter unterscheidet.

Zu den vornehmsten Anwendungen dieser Lehre gehört das berühmte **archimedeische Problem**, dessen Auflösung wohl Archimeds Erfindung seyn kan, wenn auch die Erzählung ihrer Veranlassung (*Vitruv*. IX. 3.) eine Fabel seyn sollte, s. **Gleichgewicht, Hydrostatik**. Die Aufgabe ist: **Eine Vermischung zweyer Materien von bekannten eigenthümlichen Schweren G und g, hat das Gewicht Π, und die eigenthümliche Schwere γ; man sucht, wieviel von jeder Materie (dem Gewichte nach) in der Vermischung enthalten sey.**

Die Auflösung läst sich so übersehen. Man nenne die Volumina der vermischten Materien V und v, ihre Gewich-

te P und p. Vorausgesetzt nun, daß bey der Vermischung die Materien nicht in einander eingreifen, sondern das Volumen des Gemischten genau so groß bleibt, als beyde Volumina V und v zusammen, so ist das Volumen der Vermischung $= V + v$; ihr Gewicht $\Pi = P + p = GV + gv$, mithin ihre eigenthümliche Schwere, oder

$$\gamma = \frac{GV + gv}{V + v}$$

Hieraus folgt $V : v = \gamma - g : G - \gamma$

mithin $GV : gv$ oder $P : p = G.(\gamma - g) : g(G - \gamma)$

Ex. Es sey eine Mischung von Gold und Silber zu untersuchen, welche 18 Pfund $= \Pi$ wiegt, und im Wasser $1\frac{1}{3}$ Pf. verliert, daß also $\gamma = 18 : \frac{4}{3} = 13\frac{1}{2}$ ist. Nun sey die specifische Schwere des Goldes $G = 18$, die des Silbers $g = 12$. So wird sich $P : p = 18 . 1\frac{1}{2} : 12 . 4\frac{1}{2} = 27 : 54 = 1 : 2$ verhalten. Es wird also die Mischung nur zu einem Drittel aus Gold, zu zwey Dritteln aus Silber, bestehen, und da sie 18 Pfund wiegt, wird sie 6 Pfund Gold und 12 Pfund Silber enthalten.

Die Berechnung wird noch mehr erleichtert, wenn man statt der specifischen Schweren G, g, γ, die Größen des Gewichtsverlusts gebraucht, welche die beyden vermischten Materien und der gemischte Körper selbst leiden, wenn man gleiche Gewichte von ihnen, alle $= \Pi$, ins Wasser senkt. Man nenne diese verlohrnen Gewichte A, a, α. Sie verhalten sich umgekehrt, wie die specifischen Schweren G, g, γ. Daher ist

$$G : g = a : A$$

$$\gamma - g : G - \gamma = \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{a} : \frac{1}{A} - \frac{1}{\alpha}$$

$$\text{und } P : p = \frac{a}{\alpha} - 1 : 1 - \frac{A}{\alpha} = a - \alpha : \alpha - A$$

Hieraus folgt (um P und p gleich aus Π zu bestimmen), weil $\Pi = P + p$,

$$\Pi : p = a - A : \alpha - A$$

$$\Pi : P = a - A : a - \alpha$$

Ex. Wenn im Falle des vorigen Beyspiels 18 Pfund Gold im Wasser 1 Pfund = A; 18 Pfund Silber $1\frac{1}{2}$ Pfund = a; die Mischung $1\frac{1}{3}$ Pfund = α verlieren, so ist

$$\Pi : p = 1\tfrac{1}{2} - 1 : 1\tfrac{1}{3} - 1 = \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{3} = 3 : 2$$

$$\Pi : P = 1\tfrac{1}{2} - 1 : 1\tfrac{1}{2} - 1\tfrac{1}{3} = \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{6} = 3 : 1$$

mithin, wenn Π = 18 Pfund, ist p = 12 Pfund, P = 6 Pfund, wie oben.

Hierbey ist aber zu bemerken, daß die Voraussetzung, das Volumen der Mischung sey die Summe der Voluminum der gemischten Körper, oder = V + v, bey zusammengeschmolzenen Metallen nicht statt findet. **Glauber** (Furni novi philosophici, oder Beschreibung einer neuerfundenen Destillirkunst. Amst. 1661. 8.) goß in einerley Kugelform 2 Kugeln von Kupfer und 2 von Zink, schmolz alle vier zusammen, und fand, daß die Mischung noch nicht völlig 3 Kugeln in eben der Form gab, ob sie gleich nichts am Gewichte verlohren hatte. Eben diesen Versuch erwähnt **Becher** (Chymische Concordanz. Halle, 1726. 4. S. 109.). In den Jahren 1736 und 1737 stellten **Kraft**, **Gellert** und **Zeiher** noch mehr Versuche hierüber an (in Comm. Acad. Petrop. To. XIII. XIV. auch *Zeiher* Progr. Mixtionum metallicarum examen hydrostaticum. Viteb. 1764.). **Einsporn** (Untersuchung, wie weit durch Wasserwägen der Metalle Reinigkeit könne bestimmt werden. Erlang. 1745. 8.) handlet von dem Einfluße dieser Abweichungen auf Archimeds Problem, und **Hahn** (De efficacia mixtonis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Bat. 1751. 4.) bringt noch mehr Erfahrungen von Mischungen anderer Materien bey. Hieher gehört, daß 1 Kanne Salzwasser und 1 Kanne reines Wasser zusammen weniger, als 2 Kannen, ausfüllen, wie schon **Horrebow** (Elem. philos. nat. Hafn. 1748. 8.) als eine Bemerkung von **Römer** anführt. Herr **Kästner** (De mixtorum examine hydrostatico in Nov. Comm. Gotting. ad. ann. 1775.) prüft das bisher geleistete, und schlägt neue Reihen von Versuchen vor, um den Gehalt der Metalle dieser Abweichung ungeachtet durch Abwägen im Wasser richtig zu bestimmen. Die Mischungen von Gold und Silber; Silber und Kupfer; Silber und Zinn;

Bley und Zinn geben die geringsten Abweichungen. Ueberdies gehört zu solchen Proben, daß nicht mehr, als zwey Metalle vermischt sind, und daß man weiß, welche es sind. Gold wird mit Silber legirt, bey dem schon Kupfer befindlich ist. Also läßt sich die Aufgabe auf Goldmünzen, die drey Metalle enthalten, nicht anwenden.

Hat ein Körper nicht durchgehends gleichförmige Dichtigkeit, wie alle organische, und viele zusammengesetzte, so müßte eigentlich die specifische Schwere eines jeden Theiles insbesondere untersucht werden. Behandlet man den ganzen Körper nach den gewöhnlichen Methoden, so findet man eine mittlere specifische Schwere, dergleichen Musschenbroek, Robertson u. a. für den menschlichen Körper gesucht haben, s. Schwimmen. Manche Theile des Körpers sind schwerer, manche leichter, als dieses Mittel. Da das Holz, als ein organisirter Körper, ungleichförmig dicht ist, so erklärt sich hieraus Jurin's Gedanke (Philos. Transact. Num. 369. Vol. XXXI. p. 225.), daß die Bestandtheile der Hölzer, Wurzeln, Blätter in der That schwerer sind, als Wasser, und daß diese Körper nur wegen der Luft schwimmen, die sich in ihren Zwischenräumen aufhält. Sie sinken auch unter, wenn diese Luft herausgeht und Wasser dafür hineintritt, z. B. unter der Glocke der Luftpumpe, oder wenn sie lang im Wasser gelegen haben.

Ueberhaupt ist die Dichte und specifische Schwere der Theile von der des ganzen Körpers sehr zu unterscheiden, wie Hamberger (Elem. physices, §. 149. 150.) sehr richtig bemerkt hat.

v. Musschenbroek Introd. ad philos. nat. To. II. §. 1339 sqq.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. §. 171 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre. §. 243 u. f.

Brisson Dictionnaire rais. de physique, Art. *Pesanteur specifique.*

Kästner Anfangsgr. der Hydrostatik, §. 42 u. f.

van Swinden Positiones physicae, To. II. P. I. Harderovici, 1786. 8maj. p. 43 sqq.

Schwererde, **Schwerspatherde**, Terra ponderosa, Barytes, *Terre ponderuse ou du Spath pesant.* Eine eigne von den übrigen wesentlich unterschiedene Erde, welche mit der Vitriolsäure verbunden den Schwerspath giebt, und aus demselben erhalten werden kan, wenn man ihn gepülvert mit 1½ — 2 Theilen Weinsteinsalz calcinirt, und das daraus entstehende salzige Gemisch in destillirtem Wasser auflöset und durchseihet. Hiebey verbindet sich die Vitriolsäure mit dem Laugensalze, und die Schwererde mit der Luftsäure des letztern; es bleibt also im Filtrum eine **rohe, luftsäurehaltige Schwererde** (terra ponderosa aërata) übrig, die noch durch Absüßen von den anhängenden Salztheilen befreyt werden muß. Diese wird durchs Brennen von Luftsäure und Wasser befreyt, und giebt alsdann die **gebrannte** oder **reine Schwererde**, welche, wie der gebrannte Kalk, brennend und scharf von Geschmack, auch in 900 Theilen Wasser auflöslich ist.

Die Schwererde findet sich ausser dem Schwerspathe auch im Braunstein. Im letztern entdeckte sie **Scheele** (Vom Braunstein in Schwed. Abhandl. 1774. und in **Crells** Neusten Entd. Th. I. S. 113. 124. 133.) zuerst, erfuhr aber bald darauf von **Gahn** (Bergmanns Anm. zu Scheffers chym. Vorles. §. 167.), daß sie den Grundtheil des Schwerspaths ausmache, den man bisher für kalkartig gehalten hatte. Er suchte sie also in dieser Steinart auf, bestätigte ihr Daseyn und lehrte ihre Eigenschaften (Abh. von Luft und Feuer. §. 95.), welche **Bergmann** und **de Morveau** (Journal de phys. 1781. Mars et Octobr.) noch weiter untersucht haben.

Die rohe Schwererde ist weiß, unschmackhaft, fein, und unter den einfachen Erden die schwerste, indem ihr eigenthümliches Gewicht nach Bergmann 3,773 beträgt. Sie ist, wie schon aus dem vorigen erhellet, der Kalkerde ähnlich, dennoch aber durch ihre Verwandschaften eigenthümlich von letzterer unterschieden. Die gebrannte Schwererde ist, wie der lebendige Kalk, ätzend, löset sich in den Säuren ohne Aufbrausen auf, und macht auch die milden Laugensalze ätzend.

Leonhardi in Macquers chymischem Wörterbuch, Art. Schwererde.

Gren systemat. Handbuch der Chemie. Erster Theil, §. 629 u. f.

Schwerpunkt, Mittelpunkt der Schwere, Centrum gravitatis, *Centre de gravité.* In jedem schweren festen Körper giebt es einen Punkt, der so liegt, daß alle Theile des Körpers um ihn nach jeder Seite zu eben so viel statisches Moment haben, als nach der entgegengesetzten Seite, oder daß alle Theile den Körper nach jeder Seite eben so stark um diesen Punkt umzudrehen streben, als dies die Theile auf der andern Seite nach der entgegengesetzten Richtung thun; daher sich die Bestrebungen nach Umdrehung um diesen Punkt ringsum aufheben. Dieser Punkt heißt des Körpers Schwerpunkt.

Zur Erläuterung stelle Taf. XXI. Fig. 141. ADBE einen flachen schweren Teller vor, dessen Mittelpunkt C auf einer festen Stütze GC ruht. Die Theile des Tellers in der Linie CA streben durch ihre Schwere den Teller so um C zu drehen, daß A fallen, und B aufsteigen würde. Aber die Theile in der Linie CB streben eben so stark, eine entgegengesetzte Umdrehung um C zu bewirken, bey welcher B fallen, und A aufsteigen würde. Beyde Bestrebungen, als gleiche und entgegengesetzte, heben sich auf, und der Teller fällt weder nach A noch B. Eben dies gilt von den Linien CD und DE, und überhaupt von allen, wenn der Teller durchaus gleich dick, von gleichförmiger Dichte, und völlig kreisrund ist. Alsdann ist sein Mittelpunkt C der Schwerpunkt.

Was diesen Schwerpunkt zu fallen hindert, trägt das Gewicht des ganzen Körpers. Denn die übrigen Theile halten sich selbst im Gleichgewichte, also kan kein Theil fallen, sondern alle üben nur Druck aus, und die Unterlage trägt den Druck aller Theile. Man kan sich also vorstellen, das ganze Gewicht des festen Körpers sey im Schwerpunkte beysammen; welche Vorstellung die Mechanik der festen Körper sehr erleichtert, weil sie fast alles auf Betrachtung schwerer Punkte bringt.

Das Daseyn eines Schwerpunkts in jedem Körper kann nicht anders, als aus der Theorie des Hebels, erwiesen werden. Mit diesem Beweise und der Theorie des Schwerpunkts will ich hier den Anfang machen, und dann die Anwendungen dieser Theorie auf die Erklärung verschiedener Phänomene hinzusetzen.

Existenz eines Schwerpunkts in jedem festen Körper.

Am mathematischen Hebel der ersten Art stelle man sich die Gewichte, die an beyden Armen einander entgegen wirken, in den Endpunkten der Arme selbst angebracht vor. Der Ruhepunkt trägt alsdann die Summe beyder Gewichte, und beym Gleichgewichte ist alles in Ruhe, eben so, als ob die beyden Gewichte von den Endpunkten der Arme weggenommen, und im Ruhepunkte beysammen wären. Daher heißt der Ruhepunkt des Hebels der gemeinschaftliche **Schwerpunkt** (centrum gravitatis commune) der beyden Gewichte. Und man findet den gemeinschaftlichen Schwerpunkt zweener schweren Punkte aus ihrem Abstande und ihren Gewichten eben so, wie man den Ruhepunkt des Hebels erster Art aus seiner länge und den beyden Kräften findet.

Sind an einem solchen Hebel mehr schwere Punkte, wie M, m, μ Taf. XVII. Fig. 55. am Hebel CB, in den von C aus gerechneten Entfernungen $CM = D$, $Cm = d$, $C\mu = \delta$, und nennt man die Gewichte dieser Punkte auch M, m, μ; so könnte man zuerst den gemeinschaftli- Schwerpunkt von M und m suchen, alsdann in diesem ein Gewicht $= M + m$ annehmen, und nun den gemeinschaftlichen Schwerpunkt von diesem Gewicht und von μ suchen. Dieser würde E, der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller Gewichte M, m, μ seyn.

Kürzer erhält man dieses E aus der beym Worte **Moment, statisches** (oben S. 265.) erwiesenen Formel

$$(\text{I.})\quad CE = \frac{MD + md + \mu\delta}{M + m + \mu}$$

Diese Formel läßt sich auf alle mit schweren Punkten versehene gerade Linien anwenden, so viel der Punkte auch seyn mögen. Für zween schwere Punkte an den Enden des Hebels CB, deren Gewichte C und B heissen, ist D = 0, d = CB, mithin gilt für den Abstand des Ruhepunkts von C oder für CE folgende Formel

$$\odot.) \quad CE = \frac{B \cdot CB}{C + B}$$

Man kann durch so viel Gewichte, als man will, fortgehen, und alle auf eines bringen, das an den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller müßte angehenket werden.

Befinden sich zween schwere Punkte an den Enden einer unbiegsamen nicht schweren Stange, so findet man ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt durch die Formel ⊙.). Sind ferner drey schwere Punkte nicht in gerader Linie, sondern in den Spitzen eines Dreyecks, dessen Seiten unbiegsame Hebel vorstellen, so findet man aus eben dieser Formel den gemeinschaftlichen Schwerpunkt zweyer, und alsdann eben so den Schwerpunkt dieses nur gefundenen und des dritten Gewichts, also aller drey. Sind vier schwere Punkte nicht in einerley Ebne, sondern in den vier Spitzen einer Pyramide, deren Seiten unbiegsame Hebel vorstellen und ihre Lage nicht ändern lassen, so findet man auf eben diese Art zuerst einen Schwerpunkt für drey dieser Punkte, die allemal in einer Ebne liegen, und dann den gemeinschaftlichen Schwerpunkt von diesen und dem vierten schweren Punkte. Und eben so kann man mit fünf, sechs und mehr Punkten verfahren. Es ist also möglich, für jede Menge von schweren Punkten, die in einer unbiegsamen Verbindung in einem körperlichen Raume stehen, einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt anzugeben.

Da man nun in jedem festen Körper überall schwere Punkte annehmen kann, die statt der unbiegsamen Hebel durch die Festigkeit des Körpers verbunden werden, so giebt es für sie alle zusammen einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, in dem man sich das ganze Gewicht des Körpers vereinigt vorstellen kann, dessen Unterstützung macht, daß der Körper nicht fallen kann, so wie der Körper fallen

muß, wenn dieser Punkt fallen kann. Zwey Schwerpunkte kann es in einem Körper auch nicht geben, weil man sonst einen ohne den andern unterstützen könnte, also der Körper zugleich fallen und nicht fallen müste. Es giebt also in jedem Körper einen Schwerpunkt. Ich habe den Beweis dieses Satzes fast wörtlich aus Kästner (Anfangsgründe der Mechanik §. 48.) entlehnt.

Methoden, den Schwerpunkt zu finden.

In Körpern von gleichförmiger Dichte und regulärer Gestalt kömmt der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte der Größe (centrum magnitudnis s. figurae) überein, s. Mittelpunkt der Größe. So ist klar, daß der Schwerpunkt bey einer Kugel in ihrem Mittelpunkte, bey einem Cylinder oder senkrechten Prisma auf der Helfte der Axe, bey einer geradlinigten Stange in der Mitte der Länge, bey dem Teller Taf. XXI. Fig. 141. senkrecht unter C, mitten in der Masse des Tellers, liege. Bey senkrecht prismatischen Körpern ist daher nur nöthig, den Schwerpunkt der Grundflächen zu suchen, über welchem die Axe steht. Der Schwerpunkt des ganzen Körpers liegt alsdann auf der Helfte der Axe.

Wenn sich Figuren oder Körper in unendlich kleine Abschnitte zerlegen lassen, deren Schwerpunkte alle in einer geraden Linie liegen, wie z. B. das Dreyeck ABC, Taf. XXI. Fig. 142, oder der Kegel ABC, Fig. 143, in Elemente MNnm zerlegt werden können, deren Schwerpunkte P, p, alle in den Linien CD liegen, so kann man die Stelle des Schwerpunkts E aus der obigen Formel (I.) finden, nach welcher CE gleich ist der Summe aller Momente der Theile um C, dividirt durch die Summe aller Gewichte der Theile, wenn man nur im Stande ist, die Summe dieser unzählig vielen Momente anzugeben. Ehedem suchten dies die Mechaniker sehr mühsam, wie man beym Valeri (*Lucae Valerii* de centro gravitatis solidorum liber. Bonon. 1661. 4.) Wallis (Mechanica P. II. in Opp. To. I.), Casatus

(Mechanica, Lugd. 1684. 4.) findet. Die Integralrechnung hat leichtere Wege hiezu gelehret, (s. Clairaut in Mém. de Paris. 1731. p. 157. sqq. und Kästners Analys. des Unendlichen. Gött. 1770. Anh. I. S. 602.

Fig. 142 sey CH ein Perpendikel aus C auf AB, auf diesem werde CL = x genommen, und das zugehörige MN = y genannt, so ist Ll = dx, das Element MNnm = ydx. Da sich bey gleichförmiger Dichte die Gewichte, wie die Volumina verhalten, so stellt das Volumen MNnm zugleich das Gewicht dieses Elements vor; sein statisches Moment um C aber ist das Produkt dieses Gewichts in die Entfernung CP, also = CP . ydx. Mithin die Summe aller Momente von C bis MN = ∫CP . ydx. Wenn nun aus der Beschaffenheit der Figur CP und y durch x ausgedrückt werden, so läßt sich diese Summe durch Integriren finden, und giebt, wenn man x = CH setzt, die Summe aller Momente der ganzen Figur. Die Summe aller Gewichte wird durch das Volumen oder den Inhalt der ganzen Figur ausgedrückt; und der Quotient beyder giebt CE, den Abstand des Schwerpunkts vom Scheitel C. Eben so ist das Verfahren für den Körper Fig. 143, nur daß hier MN eine Fläche wird, da es Fig. 142 eine Linie war.

Ex. 1. Für das Dreyeck ABC. Hier ist x : y = CH : AB, auch x : CP = CH : CD. Nun sey AB = n . CH ; CD = m . CH, so wird auch y = nx ; CP = mx, und ∫CP . ydx = ∫mnx²dx. Dies so integrirt, daß es für x = 0 verschwindet, giebt die Summe der Momente von CMN = $\frac{1}{3}$ mnx³, und vom ganzen Dreyeck = $\frac{1}{3}$ mnCH³. Des Dreyecks Inhalt ist = $\frac{1}{2}$ CH . AB = $\frac{1}{2}$ nCH². Dies in die Summe der Momente dividirt, giebt CE = $\frac{2}{3}$ mCH = $\frac{2}{3}$ CD. Mithin liegt des Dreyecks Schwerpunkt E in der Linie CD so, daß er um zwey Drittel derselben von der Spitze C, und um ein Drittel von der Grundlinie oder von D absteht. In diesem Punkte E begegnen sich die drey Linien Aa, Bb, CD, welche aus den drey Spitzen des Dreyecks, jede nach dem Mittel der gegenüber stehenden Seite gezogen werden können, welches eine

leichte Methode giebt, den Schwerpunkt im Dreyecke zu verzeichnen.

Ex. 2. Für den Kegel ABC Fig. 143. Hier ist $CP = x$; $y =$ dem Kreise vom Halbmesser PN. Wenn nun $DB = n \cdot CD$ ist, so wird auch $PN = n \cdot CP = nx$; mithin $y = \pi n^2 x^2$. Also $\int CP \cdot y dx = \int \pi n^2 x^3 dx$. Dies so integrirt, daß es für $x = 0$ verschwindet, giebt die Summe der Momente von $CMN = \frac{1}{4} \pi n^2 x^4$ und für den ganzen Kegel $= \frac{1}{4} \pi n^2 CD^4$. Des Kegels Inhalt ist $= \pi DB^2 \cdot \frac{1}{3} CD = \frac{1}{3} \pi n^2 CD^3$. Dies in die Summe der Momente dividirt, giebt $CE = \frac{3}{4} CD$. Des Kegels Schwerpunkt E liegt in der Axe so, daß er um drey Viertel derselben von der Spitze, um ein Viertel von der Grundfläche absteht.

Ex. 3. Für eine Halbkugel vom Halbmesser r, wo $CP = x$; $y =$ dem Kreise vom Halbmesser $\sqrt{2rx - xx} = 2\pi rx - \pi x^2$, daher $\int CP \cdot y dx = \int 2\pi r x^2 dx - \int \pi x^3 dx$. Dies gehörig integrirt, giebt die Summe der Momente für $CMN = \frac{2}{3} \pi r x^3 - \frac{1}{4} \pi x^4$, und für die ganze Halbkugel, wo sich x in r verwandelt, $= \frac{5}{12} \pi r^4$. Der Halbkugel Inhalt ist $= \frac{2}{3} \pi r^3$. Der Quotient giebt $CE = \frac{5}{8} r$. Oder der Halbkugel Schwerpunkt steht um $\frac{5}{8}$ des Halbmessers vom Gipfel, um $\frac{3}{8}$ vom Mittelpunkte ab.

In manchen Fällen ergiebt sich die Stelle des Schwerpunkts schon aus leichtern Betrachtungen, z. B. im Dreyecke daraus, daß dieser Punkt sowohl in CD, als in Aa liegen, also in den Durchschnittspunkt dieser Linien fallen muß, welcher, wie die Geometrie lehrt (*Archimedis* Opp. per *Isaac Barrow*. Lond. 1675. De aequiponderantibus Lib. I. prop. 24.) von jeder dieser Linien ein Drittel abschneidet.

Man findet auch den Schwerpunkt durch Versuche, indem man den Körper auf die Schärfe eines dreyseitigen Prisma, auf einer gespannten Saite u. dgl. hin und her schiebt, bis er sich ruhig hält, und auf keine von beyden Seiten fällt. Alsdann ist sein Schwerpunkt unterstützt, und befindet sich also in einer vertikalen Ebne durch die Schärfe, einer Schwerebne (planum gravitatis) des

Körpers. Ein zweyter Versuch, wobey man andere Stellen des Körpers auflegt, giebt eine zweyte Schwerebne, die sich mit der vorigen in einer Schwerlinie oder einem Durchmesser der Schwere (diameter gravitatis) des Körpers schneidet. Ein dritter Versuch bestimmt eine dritte Schwerebne, die sich mit dem gedachten Durchmesser im Schwerpunkte schneidet. Oder: man hängt den Körper an einem Faden auf, so geht die Richtung des Fadens verlängert durch den Schwerpunkt, und bestimmt also einen Durchmesser der Schwere. Ein zweytes Aufhängen an einer andern Stelle des Körpers bestimmt einen zweyten Durchmeser, und der Schwerpunkt ist da, wo sich beyde schneiden.

Bisweilen fällt der Schwerpunkt nicht in die Masse selbst, sondern in eine Stelle, die von der zum Körper gehörigen Materie leer ist. So haben Ringe, hohle Kugeln u. dgl. den Schwerpunkt im leeren Mittelpunkte. Eben so krummgebogne Dräthe, die man als Bogen von Kreisen oder andern krummen Linien betrachten kann, hohle Gefäße, Trichter, die als Oberflächen von Kegeln anzusehen sind u. s. w.

Eigenschaften des Schwerpunkts.

Wird ein Körper in seinem Schwerpunkte selbst aufgehangen oder unterstützt, so daß er sich frey um diesen Punkt drehen kann, so bleibt er in jeder Lage, die man ihm giebt, unbewegt stehen. Es ist nemlich so viel, als ob sein ganzes Gewicht im Unterstützungs- oder Umdrehungs-Punkte (centro motus) beysammen wäre, oder er gar keine Schwere hätte, daher ihn auch die Schwere allein keine Bewegung geben kann. In einem solchen Gleichgewichte müssen sich die beweglichen Quadranten, die Fernröhre in der Mittagsfläche (instrumens de passage) die künstlichen Erd- und Himmelskugeln u. dgl. befinden, damit sie in jeder Stellung ruhig bleiben.

Wird aber der Körper an einem andern Punkte befestiget, so ruht er nicht, wofern nicht der Befestigungs-

punkt in der durch den Schwerpunkt gehenden Verticallinie, der Directionslinie, liegt. Denn das im Schwerpunkte versammlete Gewicht treibt diesen Punkt niederwärts, und bewegt dadurch den Körper. Nur in dem Falle, da die Directionslinie, nach der der Schwerpunkt getrieben wird, durch den befestigten Punkt geht, kann keine Bewegung erfolgen, weil sonst die Materien des Körpers und der Unterlage in einander eindringen müsten. In allen andern Fällen wird der Körper bewegt, der Schwerpunkt beschreibt einen Kreisbogen um den befestigten Punkt, und es entsteht eine Schwungbewegung (s. Pendel) mit mehrern Oscillationen, die endlich aufhört, wenn der Schwerpunkt lothrecht unter dem Aufhängungspunkte steht.

Der Schwerpunkt jedes aufgehangnen oder sonst beweglichen Körpers fällt, so lange er kann, wie aus dem vorigen leicht erhellet. Man kan dies auch so ausdrücken: Der Schwerpunkt nimmt unter allen möglichen Stellen jederzeit die niedrigste ein, die er erhalten kann, ohne vorher zu steigen. Könnte er eine niedrigere Stelle nicht ohne vorgängiges Steigen erreichen; so bliebe der Körper in der Ruhe, weil es wider die Natur der Schwere ist, daß der Schwerpunkt von selbst steige.

Wird ein Körper so aufgehangen, daß der Schwerpunkt unter dem Aufhängungspunkte befindlich ist, so setzt er sich von selbst ins Gleichgewicht, und bleibt in selbigem desto beharrlicher, je weiter beyde Punkte von einander abstehen, s. Wage. Befindet sich aber der Schwerpunkt über dem Aufhängungspunkte, so kann kein beharrliches Gleichgewicht statt finden, und der Körper schlägt ganz um, sobald der Schwerpunkt aus der Vertikallinie gebracht wird, weil der Schwerpunkt die tiefste mögliche Stelle sucht.

Wenn die Directionslinie innerhalb der unterstützten Grundfläche eines Körpers fällt, und auf dieser Grundfläche lothrecht steht, so kann der Körper durch sein eignes Gewicht nicht fallen. Denn, da der Schwerpunkt nach der Directionslinie niedergetrieben wird, so müste beym

Falle die Grundfläche des Körpers in die Unterstützung eindringen, welches bey gehöriger Festigkeit der letztern unmöglich ist. Fällt aber die Directionslinie außerhalb der unterstützten Grundfläche, so fällt der Körper durch sein eignes Gewicht um, und zwar nach derjenigen Seite, nach welcher die Directionslinie von der Grundfläche abweicht.

Hiebey ist nicht nöthig, daß die Grundfläche in allen ihren Punkten unterstützt sey. Es ist schon hinlänglich, wenn sie es in drey Punkten ist, welche ein Dreyeck bilden, das man alsdann als ganz unterstützt ansehen kann. So steht ein Tisch schon auf drey Füssen fest, und fester, als auf vieren, weil drey Punkte allemal in einerley Ebne fallen, und mit drey Punkten des Fußbodens völlig congruiren. Bey vier Punkten fällt der vierte nicht allezeit genau in einerley Ebne mit den drey übrigen, und die Tische wackeln, wenn ein Fuß gegen die drey übrigen zu lang oder zu kurz ist.

Steht die Directionslinie nicht lothrecht auf der unterstützten Grundfläche, oder liegt der Körper auf einer schiefen gegen den Horizont geneigten Ebne, so wird er, wenn die Directionslinie innerhalb der Grundfläche fällt, nicht umfallen, sondern nur hinabgleiten, wenn nicht das Reiben dieses verhindert. Fällt aber die Directionslinie ausser der Grundfläche, so wird der Körper umschlagen, und ein runder wird herabrollen, wenn das Reiben stark genug ist, um sein Abgleiten zu verhüten, s. Schiefe Ebne.

Der Inhalt der Flächen, welche durch Umdrehung einer Linie, und der Körper, welche durch Umdrehung einer Fläche erzeugt werden, ist gleich dem Producte der erzeugenden Linie oder Fläche in die Länge des Weges, den der Schwerpunkt dieser Linie oder Fläche bey der Erzeugung zurück legt. Auf diese Regel gründete Guldin eine Methode den Inhalt der Figuren und Körper zu finden, s. Centrobarysch. Leibnitz (Act. Erud. Lips. 1695. p. 493.) fand, daß der Satz auch für Flächen gelte, welche durch Abwickelung krummer Linien erzeugt werden. Da-

rignon (Mém. de Paris, 1714. p. 78 — 123.) hat von beyden Regeln einen ausführlichen Beweiß gegeben.

Sehr oft setzt man die Schwere der Körper ganz beyseit, betrachtet aber dagegen andere beschleunigende Kräfte, welche nach parallelen Richtungen in jeden Theil der Masse wirken. Dies ist der Fall, wenn Körper, die auf einer wagrechten Ebne liegen, durch den Stoß in Bewegung gesetzt werden u. s. w. Hiebey kömmt zwar das Wort Schwere nicht vor, aber wenn man die Punkte sucht, in welchen sich die Massen solcher Körper vereinigt annehmen lassen, so sind die Schlüße die nemlichen, und man findet diese Punkte mit den Schwerpunkten einerley. Nur ist es schicklicher, in solchen Fällen den gefundenen Punkt nicht Schwerpunkt, sondern Mittelpunkt der Masse oder der Trägheit zu nennen, s. Mittelpunkt der Masse.

Wenn sich ein System von Massen in einerley geraden Linie oder in Parallellinien bewegt, so bewegt sich der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller Massen in eben der Linie, oder auch mit paralleler Richtung, oder er ruht, und die Summe aller Bewegungen (nach einerley Seite mit +, nach der entgegengesetzten mit — bezeichnet) ist gleich der Bewegung des mit der Summe aller Massen belegten Schwerpunkts (nach der positiven Seite zu betrachtet). Daher findet man die Geschwindigkeit des Schwerpunkts, wenn man die Summe aller Größen der Bewegung durch die Summe aller Massen dividirt. Sind die Bewegungen nicht parallel, so kann man jede nach parallelen Richtungen zerlegen, und die Bewegung des Schwerpunkts durch Zusammensetzung der Theile suchen, welche schöne Methode d'Alembert (Traité de Dynamique. Paris, 1752. 4.) sehr oft braucht.

Wenn ein System von Massen frey, d. i. an keinen festen Punkt, um den es sich drehen müsse, gebunden ist, so ändert Ruhe oder Bewegung seines Schwerpunkts nichts in den Wirkungen der Massen auf einander selbst: die Massen wirken, wie ruhende, und das ganze System geht zugleich so fort, wie sein Schwerpunkt fortgeht.

Erklärung einiger Erscheinungen und Versuche.

Ein Körper fällt durch sein eignes Gewicht nicht um, wenn seine Directionslinie (die Verticallinie durch seinen Schwerpunkt) genau durch den unterstützten Ort geht, oder wenn der Schwerpunkt lothrecht über dem unterstützten Grunde steht. Auf diesem Satze beruht der feste Stand der Menschen, Thiere und leblosen Körper. Jeder Körper steht auf einer großen Grundfläche sicherer, als auf einer kleinern, z. B. der Mensch auf beyden Füßen, deren Stellung ein Trapezium bildet, fester, als auf einem; auch fester mit gerade vorwärts gekehrten, als mit auswärts gestellten Füßen, die ein schmäleres Trapezium bilden, über dessen Grenzen eine kleine Bewegung den Schwerpunkt des Körpers leicht hinausrückt. Die vierfüßigen Thiere stehen auf einer größern Grundfläche, mithin fester, als der Mensch. Beym Gehen giebt es Augenblicke, wo der Schwerpunkt nicht unterstützt ist, und der Körper fallen würde; da aber zum Falle Zeit gehört, so wird während derselben der fortschreitende Fuß wieder lothrecht unter den Schwerpunkt gebracht. Gehen, Laufen und Springen sind also ein immer erneuertes und wieder unterbrochnes Fallen: eben so der Schritt, Trott und Galopp der Pferde.

Wenn man Lasten trägt, so fällt der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Körpers und der Last weiter vom Körper ab, nach der Gegend zu, wo sich die Last befindet. Daher beugt und streckt der Träger den Oberleib oder andere Theile des Körpers nach der entgegengesetzten Seite, um den Schwerpunkt wieder an seinen gewöhnlichen Ort zurück zu bringen. Er beugt sich vorwärts, wenn er die Last auf dem Rücken trägt, rückwärts, wenn er sie vor sich hat; er streckt den rechten Arm aus, wenn die Last am linken hängt, u. s. w.

Bringt man den Körper in Stellungen, bey welchen die Directionslinie ausserhalb des unterstützten Grundes fällt, so verändert man zugleich die Stellung der Füße so, daß sie einen neuen Grund bilden, der nun den Schwerpunkt unterstützt. So setzt man den einen Fuß vorwärts,

wenn man sich bückt, um etwas aufzuheben; oder man streckt ihn hinterwärts, um dem vorwärts gebognen Oberleibe ein Gegengewicht zu geben, dessen Moment den Schwerpunkt gerade über dem feststehenden Fuße zurückhält. Ein Sitzender, dessen Schwerpunkt nicht von den Füßen unterstützt wird, kann nicht aufstehen, ohne entweder die Füße rückwärts zu ziehen, oder den Leib stark und und schnell vorzubeugen, damit der Schwerpunkt über die Füße gebracht werde, welches schon Aristoteles (Quaest. mechan. 31.) bemerkt. Dies alles lehren uns Erfahrung und Gewohnheit, auch ohne daß wir die mechanischen Gründe davon einsehen. Man s. hievon **Borelli** (De motu animalium. Lugd. Bat. 1710. 4.) **Leupold** (Theatrum Static. Lipſ. 1726. Tab. I. et II.) und **Desaguliers** (Course of experimental philosophy. Lect. II. §. 44.)

Alle oft in Erstaunen setzende Künste der Balanceurs, Aequilibristen und Seiltänzer beruhen auf einem feinen Gefühl des Schwerpunkts, und auf der Geschicklichkeit, ihn über einer sehr kleinen Basis zu erhalten. Hiebey thut die Bewegung unentbehrliche Dienste; durch sie wird die Basis allemal nach der Seite gelenkt, nach welcher der Schwerpunkt fallen will, oder es wird der Schwerpunkt selbst auf die entgegengesetzte Seite gebracht. Es würde unmöglich seyn, den Teller (Taf. XXI. Fig. 141.) ruhend auf eine Degenspitze zu stellen. Aber es ist sehr leicht, wenn der Teller schnell um C gedreht wird. Alsdann beschreibt der wahre Schwerpunkt einen kleinen Cirkel um die Spitze, und indem er auf der Seite CA herabfallen will, ist er während der kleinen Zeit, in der der Fall anfängt, schon auf die entgegengesetzte Seite CB gelangt, wo er fast in demselben Augenblicke den anfangenden Fall wieder aufhebt. In allen entgegengesetzten Stellen geschieht das nemliche; mithin wird aller Fall verhütet, und der Teller fällt nicht eher, als bis sein Umlauf aufhört.

Schwere und hohe Körper lassen sich leichter balanciren, als leichte und kurze; schwere darum, weil man die Stelle ihres Schwerpunkts deutlicher fühlt, hohe, weil ihr Schwerpunkt im Fallen einen Bogen von längerm

Halbmesser beschreibt, mithin langsamer umschlägt, und mehr Zeit verstattet, die Basis unterzuschieben, und das Umschlagen zu verhüten. Daher ist es sehr leicht, lange Körper, deren Schwerpunkt hoch steht, zu balanciren, z. B. einen Stock mit einer Bleykugel, eine Leiter mit einem oben aufsitzenden Kinde (s. Leupold Theatr. Staticum Tab. II.), wozu fast nichts gehört, als Kühnheit, es zu versuchen. Dagegen wird das Balanciren leichter Körper, z. B. einer Pfauenfeder, für ein Kunststück gehalten. Leichte und kurze Körper, wie eine Stecknadel, zu balanciren, fällt unmöglich.

Seiltänzerkünste beruhen auf feinem und steten Gefühl vom Schwerpunkte seines eignen Körpers. Die Balancirstange, an den Enden mit Bley ausgegossen, dient, den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Körpers und der Stange nach Befinden auf die eine oder andere Seite zurück zu bringen, indem die Stange in den Händen verschoben oder in schiefe Richtungen gebracht wird. Diese Stangen erleichtern desto mehr, je schwerer und je länger sie sind. In Ermanglung der Stangen helfen sich die Seiltänzer mit Ausstreckung der Arme, und überhaupt mit beständiger Bewegung.

Man kann Körper so zusammenfügen und unterstützen, daß sie der Gefahr, zu fallen, ausgesetzt scheinen, und dennoch dafür sicher sind. Dies geschieht z. B., wenn ein sehr leichter Körper mit einem sehr schweren so verbunden wird, daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt von beyden, bey aufrechter Stellung des Ganzen, niedriger liegt, als der Unterstützungspunkt. Solche Körper stellen sich durch ihr Gewicht so, daß der Schwerpunkt lothrecht unter den gestützten Grund kömmt, und stehen dann ruhig. So macht man kleine Seiltänzer von Holz, woran zween gebogne Dräthe mit Bleykugeln stecken. Der gemeinschaftliche Schwerpunkt fällt in die freye Luft unter die Füße des Männchens, das sich also auf einem gespannten Bindfaden von selbst aufrecht stellt und erhält. Eben so hat man hölzerne Männchen mit langen Sägen, an deren Ende sich eine schwere Kugel befindet. Setzt man die Füße, wel-

chen Spitzen haben, an den Rand eines Tisches, so oscillirt das Ganze, wie ein Pendel, und die Figur scheint am Tische zu sägen, bis sie endlich so ruht, daß der in die freye Luft fallende Schwerpunkt lothrecht unter der Stelle ist, wo die Füße mit den Spitzen aufstehen. Solche Spielwerke beschreiben Schwenter (Mathematische Erquickstunden I. Band, Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.) und Leupold (Theatr. Staticum univ. Tab. I. fig. 18.). Dahin gehören auch die kleinen Männchen von Kork, unten mit Bley, die von selbst aufstehen, weil ihr Schwerpunkt im Stehen tiefer steht, als im Liegen, und diese tiefere Stelle erreichen kan, ohne erst steigen zu dürfen.

Die hängenden Thürme zu Bologna und Pisa scheinen den Fall zu drohen, stehen aber sehr fest, weil alle Theile gut verbunden sind, und des Ganzen Directionslinie nicht ausser den Grund fällt. Casatus (Mechan. I. c. 9.) berechnet den zu Pisa, und glaubt, er sey mit Fleiß so gebaut, welches auch Labat (Voyage d'Espagne et d'Italie To. II. ch. 5.) und de la Lande (Voyage d'un François en Italie. 1769. 8. Vol. II. p. 18. und p. 482.) von beyden behaupten; dagegen Condamine (Mém. de Paris. 1757. p. 347.) annimmt, sie hätten sich gesenkt.

Wenn man machen kan, daß eine flüßige Materie, z. B. Quecksilber, in der Hölung eines Körpers aus einem Theile nach und nach in den andern läuft, und der Körper Gelenke hat, die ihn beym Umfallen in gewisse Stellungen bringen, und bestimmte Theile von ihm auf neue Unterstützungspunkte setzen, so wird er allerley Posituren annehmen, und von einem Ort zum andern purzeln, je nachdem sich der Schwerpunkt des Ganzen in diesem oder jenem Theile befindet. Hierauf beruht die Einrichtung der Puppe, die eine Treppe hinab purzelt, und von Musschenbroek (To. I. §. 508.) als eine chinesische Erfindung beschrieben wird.

Der Cylinder und der doppelte Kegel, welche durch den Fall ihres Schwerpunkts und das Reiben auf schiefen Flächen aufwärts zu laufen scheinen, sind schon beym Worte Schiefe Ebne erwähnt worden.

v. *Musschenbroek* Introd. ad philos. nat. To. I. §. 373. sqq. Kästner Anfangsgr. der Mechanik. Götting. 1780. 8. §. 41-45. u. f.

v. *Swinden* positiones physicae, To. I. Harderov. 1786. 8 maj. L. II. Part. 4.

Schwimmen, Innatare s. Insidere fluido, Natare, *Flotter*, *Nager*. Man sagt von einem festen Körper, er schwimme auf einem flüßigen (innatare fluido, *flotter*), wenn er in diesen nicht ganz einsinkt, sondern auf der Oberfläche bleibt, und mit einem größern oder geringern Theile über dieselbe hervorraget. Dazu gehört, daß das Gewicht eines solchen Körpers schon ins Gleichgewicht mit dem Drucke des flüßigen komme, noch ehe er sich ganz eingesenkt hat. Die Worte Natare und *Nager* braucht man eigentlich nur von Menschen und Thieren, die sich vermittelst gewisser Bewegungen auf dem Wasser schwimmend erhalten, und von einer Stelle zur andern fortbringen. Die übrigen werden von lebendigen und leblosen Körpern gemeinschaftlich gebraucht.

Beym Worte Gleichgewicht ist unter dem Abschnitte: Gleichgewicht flüßiger Körper mit festen (Th. II. S. 503.) der Satz erwiesen worden, daß ein fester Körper, der weniger wiegt, als ein gleich großer Theil Wasser, auf dem Wasser schwimmen müsse, weil ihn dasselbe stärker aufwärts hebt, als ihn sein Gewicht niedertreibt. Körper, die weniger, als ein gleich großer Theil Wasser wiegen, d. i. die unter gleichem Raume weniger Gewicht haben, heissen specifisch leichter, als Wasser, s. Schwere, specifische. Man sieht hieraus, daß auf einem Fluidum alle diejenigen Körper schwimmen, welche specifisch leichter, als das Fluidum, sind; auf dem Wasser z. B. alle, deren specifische Schwere in den gewöhnlichen Tabellen kleiner, als 1,000 angegeben wird; auf dem Quecksilber alle, deren eigenthümliches Gewicht kleiner, als 14,000 ist.

Daher schwimmen auf dem Wasser Kork, die meisten Hölzer, die Fette, das Eis; auf dem Quecksilber alle feste Körper, nur Platina, Gold (und das Wolframmetall) ausgenommen.

Der schwimmende Körper ABCD, Taf. XXI. Fig. 144. muß sich im Wasser so weit eintauchen, bis die aufwärts treibende oder hebende Kraft des Wassers seinem ganzen Gewichte gleich ist. Diese hebende Kraft aber beträgt allemal soviel, als das Gewicht des aus der Stelle getriebenen Wassers, welches vorher durch die hebende Kraft des übrigen Wassers getragen wurde, s. Gleichgewicht. Daher taucht sich der Körper ABCD durch sein Gewicht so tief ein, bis der Raum ECDF, den er im Wasser einnimmt, mit Wasser gefüllt, so viel wiegen würde, als der ganze Körper. An dieser Stelle kan er nicht weiter sinken; er drückt so stark, als vorher das Wasser ECDF drückte, und so bleibt alles im Gleichgewichte.

Die specifischen Schweren zweener Körper von gleichförmiger Dichte verhalten sich, wie die Quotienten der Gewichte durch die Räume, s. Schwere, specifische, also, wenn die Gewichte gleich sind, umgekehrt, wie die Räume. Da nun die Gewichte des Körpers im Raume ABCD, und des Wassers im Raume ECDF gleich sind, so folgt, daß sich die specifischen **Schweren des Körpers und Wassers** verhalten müssen, wie der Raum ECDF zum Raume ABCD, oder **wie die Größe des eingetauchten Theils zum Volumen des ganzen Körpers**, vorausgesetzt, daß der letztere von gleichförmiger Dichte ist, oder durchgehends aus einerley Materie besteht. Gesetzt, ein Stäbgen von Lindenholz, in 100 Theile getheilt, sinke im Wasser um 60 Theile ein, so hat man daraus das Verhältniß der specifischen Schweren 60 : 100; oder die Schwere des Lindenholzes = 0,60 von der des Wassers.

Senkt man einerley Körper nach einander in zween verschiedne Liquoren, so werden sich die eigenthümlichen Schweren der Liquoren umgekehrt, wie die eingetauchten Theile verhalten. Man setze, das vorige Stäbgen von Lindenholz sinke im Weine um 65 Theile ein, so ist

Gr. sp. d. Wassers : Gr. sp. des Lindenh. = 100 : 60
Gr. sp. d. Lindenh. : Gr. sp. des Weins = 65 : 100

mithin Gr. sp. d. Wassers : Gr. sp. des Weins = 65 : 60

oder das eigenthümliche Gewicht des Weins ist $= \frac{50}{54} =$ 0,92. Hierauf gründen sich die Methoden, eigenthümliche Gewichte durch Einsenkung schwimmender Körper zu untersuchen, wovon der Artikel Aräometer handlet.

Man sieht auch hieraus, daß sich ein schwimmender Körper in leichtere Liquoren tiefer einsenke, als in schwere. Daher gehen die Schiffe im süssen Wasser der Flüße, welches leichter ist, nicht so hoch über Bord, als im schwerern Seewasser, und können auf dem Meere mehr Ladung, als in den Strömen, einnehmen.

Wenn man die Größe des eingetauchten Theils in Cubikschuhen ausdrückt, und in das Gewicht eines Cubikschuhs Wasser multiplicirt, so giebt das Product das Gewicht des Wassers unter der Größe des eingetauchten Theils, d. i. das Gewicht des ganzen Körpers. Man bedient sich dieses Satzes um das Gewicht eines ledigen Schiffes zu bestimmen, indem man durch Versuche ausmacht, wie weit es sich einsenke, und dann mit Hülfe der Grundrisse und Aufrisse, nach denen es gebaut ist, den körperlichen Inhalt des eingetauchten Theiles berechnet. Gesetzt, dieser betrage 925 pariser Cubikfuß. Kan man nun das Gewicht eines pariser Cubikfußes Seewasser auf 72 Pfund rechnen, so ist das Gewicht des ledigen Schiffes $= 72 \times 925 = 66600$ Pfund.

Nun wird bey Erbauung des Schifs eine gewisse Grenze festgesetzt, bis an welche es sich ohne Schaden einsenken darf, und nach der sich die ganze Anordnung desselben richtet. Man findet aus den Rissen, um wieviel sich das beladne Schif noch tiefer einsenken dürfe, als es sich ledig einsenkt, und kan daraus den körperlichen Inhalt des Raums finden, der durch die Ladung noch unter Wasser gedrückt werden darf. Gesetzt, dieser sey 1500 Cubikschuh. So findet man $72 \times 1500 = 108000$ Pfund für das Gewicht der Ladung. Auf diese Art wird die Schifsladung gefunden, und nach Lasten und Tonnen ausgedrückt, die Tonne zu 2000 Pfund, die Last zu 2 Tonnen gerechnet. Die spanischen Gallionen, als die stärksten Lastschiffe, führen 1200 Tonnen Ladung.

Die **Aushöhlung** der Körper erleichtert ihr Schwimmen ungemein. Denn der ausgehöhlte Körper hat weit weniger Gewicht, als der massive, und treibt demohnerachtet eben soviel Wasser aus der Stelle, wird also eben so stark gehoben, als der massive, wofern nur kein Wasser in die Höhlung treten kan. Man kan durch die Aushöhlung sogar Körper, die schwerer sind, als Wasser, z. B. Metalle, zum Schwimmen bringen, wenn man ihnen eine große Höhlung giebt, in die das Wasser nicht eindringen kan. Bringt man z. B. 30 Pfund Metall in die Form einer hohlen Kugel von 2 Fuß Durchmesser, deren körperlicher Inhalt also 4,188 Cubikfuß beträgt, so wird sie ganz eingesenkt, eben so viel Cubikfuß Wasser aus der Stelle treiben, und (wenn man das Gewicht eines Cubikschuhs Wasser = 70 Pfund rechnet) mit $70 \times 4{,}188 = 293{,}16$ Pfund Kraft gehoben werden. Da nun ihr eignes Gewicht nur 30 Pfund beträgt, so bleiben von dieser hebenden Kraft noch 263 Pfund übrig, und mit soviel Gewicht kan man die Kugel noch belasten, ehe sie untersinkt. Leer sinkt sie nur so weit ein, bis sie 30 Pfund Wasser vertrieben hat, d. i. noch nicht völlig um den 9ten Theil ihres körperlichen Raumes.

Auf diesen Satz gründet sich der Gebrauch der küpfernen **Pontons**, wovon **Leupold** (Theatrum pontificiale Leipzig, 1726 fol. Tab. XLVIII. XLIX.) handlet. Ueber diese Pontons werden Balken und Breter gelegt, welche **Schifbrücken** zu schneller Ueberführung der schwersten Lastwagen und Kanonen bilden.

Man übersieht leicht, daß das Aushöhlen noch mehr Wirkung thut, wenn die ausgehöhlte Materie schon an sich schwimmt, oder leichtartiger, als Wasser ist. Ein hölzerner Kloß von 3 Centner Gewicht schwimmt schon an sich. Zimmert man aber eine Höhlung von oben heraus, und nimmt dadurch 2 Centner Holz weg, so kan man dafür 2 Centner Ladung hineinlegen, ohne daß er sich tiefer, als im natürlichen Zustande, eintaucht. Man kan ihm noch mehr Last geben, wenn die Gestalt so eingerichtet ist, daß er sich ohne Gefahr, Wasser zu schöpfen, noch tiefer einsenken darf. Hierauf beruht die Theorie der Kähne und Schiffe,

ingleichen der Kamele zu Erhebung versunkener Schiffe und anderer Lasten, wovon Saverien (Dictionn. de mathem. et de phys. Art. *Chameau*) Nachricht giebt.

Das Eindringen des Wassers in die Höhlung muß bey Kähnen und Schiffen sorgfältigst vermieden werden. Soviel Wasser, als in der Höhlung ist, geht der Menge des aus der Stelle getriebenen Wassers ab (weil es sich wieder in dieser Stelle befindet), und vermindert also die hebende Kraft. Ist die Höhlung ganz voll Wasser, so treibt der Körper nur soviel aus, als das Volumen seines massiven Theils beträgt, und sinkt unter, wenn er schwerartiger, als das Wasser, oder zu stark belastet ist.

Auch durch **Verbindung mit leichtern Körpern** können schwerere zum Schwimmen gebracht werden, wenn beyde zusammen mehr Wasser aus der Stelle treiben, als mit der Summe ihrer Gewichte gleich wiegt. So wird ein Mensch, der 161 Pfund wiegt, und mit dem Wasser gleiche specifische Schwere hat, für sich allein ganz einsinken: wenn er sich aber mit 8 Pfund Kork verbindet, der viermal leichter, als Wasser ist, und also 32 Pfund Wasser aus seinem Platze verdrängt, so treiben beyde zusammen 161 + 32 = 193 Pfund Wasser aus: die Summe ihrer Gewichte aber ist nur 161 + 8 = 169 Pfund; mithin bleiben noch 24 Pfund für die hebende Kraft übrig, mit welcher in diesem Falle das Ganze aufwärts getrieben wird. Darauf beruhen Methoden, den Menschen das Schwimmen durch **Kork, aufgeblasene Blasen, hohle Körper** u. dgl. zu erleichtern.

Kork ist hiezu wohl das sicherste Mittel, weil hohle mit Luft gefüllte Körper zu Grunde gehen, wenn sie ein Loch bekommen und das Wasser eindringt. Dieser Gebrauch des Korks war schon den Alten bekannt, wie die Redensart sine cortice natare beweiset. In neuern Zeiten hat **Bachstrohm** (L'art de nager. Amst. 1741. 8. Die Kunst, zu schwimmen. Berlin, 1742. 8.) einen Schnürleib oder Wasserhemde von Kork, **La Chapelle** (Beschreibung eines Schwimmkleids, a. d. frz. Warschau, 1776. 8.) ein noch bequemeres Schwimmkleid (Scaphander) von Kork vorge-

schlagen. Mehrere Vorschläge, über Wasser zu kommen, haben Leupold (Theatr. pontificiale. Tab. I—III) und Thevenot (L'art de nager avec des avis de se baigner utilement. à Paris, 1781.). Keßlers Wasserharnisch und Schwimmgürtel ist Leder mit Luft aufgeblasen, Wagenseils Wasserschild (hydraspis) ein hohler hölzerner Kasten.

Die Stellung, welche schwimmende Körper im Wasser annehmen, kömmt auf die beyden Schwerpunkte des ganzen Körpers c Taf. XXI. Fig. 144. und des eingetauchten Theils (oder vielmehr des in diesem Theile Platz habenden Wassers) a an. Beyde Schwerpunkte müssen, wenn der Körper ruhen soll, in einerley Verticallinie liegen. Denn man kan sich vorstellen, es sey die Masse des ausgetriebenen Wassers in a beysammen gewesen. Diese ward von dem umgebenden Wasser erhalten; die mittlere Richtung des Drucks, den das umgebende Wasser ausübt, geht also vertical durch a, welches daher mit c, wo das Gewicht des Körpers beysammen ist, in einerley Verticallinie fallen muß, wenn beyde Kräfte im Gleichgewichte seyn sollen.

Der Schwerpunkt des Körpers c wird nach der gewöhnlichen Eigenschaft der Schwerpunkte die tiefste Stelle einnehmen, die er den Umständen nach erreichen kan, ohne vorher steigen zu dürfen. Liegt c unter a, so wird sich der Körper allemal so stellen, daß c so weit als möglich von a entfernt wird: liegt c über a, so wird er die Stellung annehmen, in welcher c dem a am nächsten kömmt. So schwimmt ein hölzernes Parallelepipedum allemal auf der breitsten Fläche, weil sich hiebey die beyden Schwerpunkte am nächsten stehen; will man machen, daß eine schmälere Seite unten schwimmt, so muß man sie mit Bley ausgießen, oder ein Gewicht daran hängen, um den Schwerpunkt gegen sie hinzubringen. Hieraus läßt sich erklären, warum ein Körper nicht in jeder Stellung schwimmen kan. Diese sehr verwickelte Lehre von den Stellungen und der Standhaftigkeit schwimmender Körper fing schon Stevin (Traité des Aerobariques in Oeuvr. Vol. II. p. 512.) an zu betrachten. Sie zeigt, wie die Schiffe zu bauen sind, wenn sie nicht leicht sollen umgeworfen werden, und ist von Daniel

Bernoulli (Comm. Acad. Petropol. To. X. p. 147 sqq.), Bouguer (Traité du navire. Paris, 1746. 4. p. 249 sqq.), Euler (Scientia navalis. Petropol. 1749. 4. Vol. I. c. 1—5.), Bossut (Traité elémentaire d'hydrodynamique. Paris, 1771. II Vol. 8. Vol. I. §. 175 sqq.) umständlicher ausgeführt worden.

Um das Schwimmen der Menschen zu beurtheilen, haben einige Physiker mühsame Versuche über das eigenthümliche Gewicht des menschlichen Körpers angestellt. Musschenbroek (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1399.) setzt es 1,111 oder um $\frac{1}{9}$ größer, als das Gewicht des Wassers. Wilkenson (Philos. Trans. Vol. LV. p. 103.) muste einem Menschen, der 104 Pfund wog, noch 12 Unzen, 5 Drachmen, 2 Scrup. Kork an den Hals befestigen, um ihm mit dem Wasser gleiche specifische Schwere zu geben. Dieser Mensch war also nur wenig schwerer, als Wasser. Robertson (Philos. Trans. Vol. L. p. 30.) ließ Leute, die er zuvor gewogen hatte, in ein Parallelepipedum mit Wasser treten, und maß, wieviel sich das Wasser erhob. Er findet verschiedene Resultate, aber immer den Menschen nur so schwer, meist noch leichter, als das Wasser. Von Menschen, die sehr viel leichter, als Wasser, wären, sind doch die Beyspiele selten. Karsten (Lehrbegrif der gesammten Mathem. III Theil, Hydrostatik, §. 31.) führt eine Nachricht des Abt Bartaloni von dem Priester Dom Paolo Moccia in Neapel an, der im Meere nicht weiter, als bis mitten an die Brust, einsank, und alle möglichen Stellungen im Wasser annehmen konnte. Man fand sein Gewicht 300 neapolitanische Pfund, und 30 Pfund geringer, als das Gewicht von eben soviel Wasser. Was aber eben daselbst, auch nach Bartaloni Nachricht, erwähnt wird, ein gewisser Cola Pesce sey von Neapel bis Capri auf dem Meere spatzieren gegangen, ist Fabel. Dieser Cola ist schon aus Kirchers Schriften bekannt (Mund. subterran. To. I. p. 97. et alibi). Man hatte ihm den Beynamen Pesce wegen seiner Geschicklichkeit im Tauchen und Schwimmen gegeben, und er mag wohl nach Capri geschwommen, nicht gegangen seyn.

Ob nun gleich der menschliche Körper fast alles Gewicht im Wasser verliert, so schwimmen doch alle Thiere leichter, als der Mensch, bey dem das Schwimmen Kunst ist, und erst erlernt werden muß. Zum Theil kömmt dies wohl daher, weil der Körper eine ihm ungewöhnliche Stellung annehmen muß, wenn der aus dem Wasser hervorragende Theil gerade der Kopf seyn soll (s. Unters. woher es komme, daß die Thiere von Natur schwimmen können, da hingegen der Mensch solches erst mit Mühe lernen muß, von Bazin, im Hamburg. Magazin, I B. S. 327.). Auch versinken und verunglücken gewiß die meisten Menschen darum, weil das Schrecken ihnen Kraft und Bewußtseyn raubt, oder die Erkältung sie durch Schlagflüße tödtet. Leichen schwimmen, weil sich durch die angehende Fäulniß die Höhlungen des Körpers erweitern, wodurch das Volumen zunimmt.

Bisweilen schwimmen auch feste Körper, wenn sie gleich schwerer sind, als Wasser, entweder wegen der ihnen anhängenden Luftbläschen, oder weil ihr Gewicht zu gering ist, um den Zusammenhang der Wassertheile zu trennen, die sie mit ihrer Fläche berühren. So schwimmen Goldblättchen und Nadeln, wenn man sie behutsam auf die Wasserfläche legt.

Die Kraft, welche erfordert wird, einen sonst schwimmenden Körper ganz untergetaucht zu erhalten, ist gleich dem Gewichte des aus der Stelle getriebnen Wassers weniger dem Gewichte des Körpers. Und ein Gefäß mit Wasser, worauf ein Körper schwimmt, wird um das Gewicht dieses Körpers schwerer, welches man gewöhnlich so ausdrückt, das verlohrne Gewicht des schwimmenden Körpers wachse dem Wasser zu.

Auch von flüßigen Materien, welche verschiedene specifische Schweren haben, schwimmt die leichtere auf der schweren, wenn sie einander nicht auflösen, z. B. Oel auf Wasser, Wasser auf Quecksilber. Man kan mehrere solche Materien durch Schütteln untereinander mischen, wenn sie aber in Ruhe kommen, sondern sie sich wieder von einander; die leichtere Flüßigkeit steigt durch die schwerere in die Höhe,

und alle ordnen sich nach ihren eigenthümlichen Gewichten so über einander, daß jede eine wagrechte Oberfläche hat. Wenn man eine mit Wasser gefüllte Glasröhre, oben mit einer Kugel, mit unterwärts gekehrter Oefnung in rothen Wein einsenkt, so zieht sich das Wasser nach und nach aus der Kugel und Röhre herab, und der leichtere Wein steigt dagegen durch die Röhre in die Kugel hinauf. Man giebt dieser scheinbaren Verwandlung des Wassers in Wein den Namen des Passevin. Vier Flüßigkeiten von verschiedenen Schweren, z. B. Quecksilber, zerfloßnes Weinsteinsalz, Weingeist und Bergöl, zusammen in eine verschloßne Glasröhre gefüllt, machen das aus, was man ein Elementenglas oder eine Elementarwelt nennt. Diese Materien durch einander geschüttelt, bilden das Chaos: sobald sie aber in Ruhe kommen, scheiden sie sich allmählig, und treten, wie die vier Elemente der Alten, nach ihrer specifischen Schwere über einander.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math. Gött. 1780. 8. Hydrostatik, §. 55 u. f.

van Swinden Positiones physicae, To. II. L. IV. P. II. Sect. II. cap. 2. §. 86 sqq.

Schwingung, Oscillation, Vibration, Oscillatio, Vibratio, *Oscillation, Vibration.* Man legt diese Namen einer jeden Bewegung bey, welche einen Körper hin und her treibt, oder zwischen zwoen Grenzen hin und wieder zurück führt. Gemeiniglich sind diese Bewegungen so beschaffen, daß sie an sich ohne Ende fortdauren würden, und nur durch die allgemeinen Hinderniße aller Bewegungen, d. i. durch Reibung und Widerstand der Mittel geschwächt und endlich aufgehoben werden. Jede Bewegung dieser Art heißt eine schwingende (motus oscillatorius, vibratorius, *mouvement d'oscillation ou de vibration*), und jedes einzelne Hin- und Hergehen eine Schwingung.

Beyspiele schwingender Bewegungen geben die Pendel, die Zunge des Wagbalkens, die sich ins Gleichgewicht stellt, die Oberflächen flüßiger Körper, die in Gefäßen bewegt werden, gespannte Saiten und überhaupt alle schallende

Körper, die Bewegung der Luft bey Fortpflanzung des Schalles, s. **Pendel, Wagbalken, Röhren, communicirende, Elasticität, Schall.**

Im Allgemeinen entstehen alle schwingende Bewegungen dadurch, daß ein Körper, der an einem gewissen Orte in Ruhe und Gleichgewicht seyn würde, aus einem andern Orte durch Bewegung in jenen geführt wird. Denn, wenn er nun an jenem Orte des Gleichgewichts ankömmt, und eigentlich ruhen sollte, so führt ihn die mitgetheilte Bewegung, die er wegen der Trägheit beybehält, weiter über diesen Ort hinaus, bis die Kräfte, die ihn treiben, jene mitgetheilte Bewegung aufgehoben haben, und ihn von dieser Grenze an wieder zum Orte des Gleichgewichts zurückführen. Hier wiederfährt ihm eben das wieder, und so sollte es ohne Ende fortgehen, wenn nicht Reiben und Widerstand die mitgetheilte Bewegung bey jeder Schwingung schwächten, wodurch die Ausschweifungen über den Ort des Gleichgewichts immer geringer werden, so daß der Körper endlich in diesem Orte selbst zur Ruhe gelangt.

Schwingungspunkt, s. **Mittelpunkt des Schwunges.**

Schwung, Oscillatio s. Vibratio penduli, *Oscillation ou Vibration d'un pendule.* So nennt man in der höhern Mechanik das Hin- und Hergehen des Pendels. Ein Hingang durch MAN (Taf. XVIII. Fig. 75.), und ein Rückgang durch NAM zusammen heissen ein **Schwung**, ein ganzer **Schwung** (Oscillatio composita); der Hingang durch MAN, oder der Rückgang durch NAM allein, ist also eigentlich ein **halber Schwung** (Oscillatio simplex). Aber dieser Unterschied der Benennungen wird von den Schriftstellern nicht überall genau beobachtet, und selbst **Huygens** versteht unter seinen Oscillationen blos halbe oder einfache Schwünge, ohne das Beywort simplex hinzuzusetzen. Sehr oft muß man nur aus dem Zusammenhange errathen, ob von halben oder ganzen Schwüngen die Rede sey, und mehrentheils werden, wie beym Secundenpendel, nur einfache oder halbe Schwünge verstanden, s. **Pendel.**

Ein Pendel kan durch hinzukommende Kräfte in so starke Schwungbewegung versetzt werden, daß die Bogen, die es beschreibt, nicht nur völlige Halbkreise werden, sondern auch noch mehr betragen, und das Pendel sogar bis zur lothrechten Stellung über den Aufhängungspunkt gehoben wird. In diesem Falle kan es nicht wieder zurückgehen, sondern muß in der andern Helfte des Kreises niederfallen, wofern die Stange unbiegsam, oder die Kraft stark genug ist, den Faden hinlänglich zu spannen. Es beschreibt alsdann einen ganzen verticalen Kreis oder mehrere Kreise, wenn die treibende Kraft stark genug oder fortdaurend ist. So kan man einen Stein an einem Faden oder in der Schleuder in verticalen, auch in schiefen Kreisen, oder so bewegen, daß der Faden eine Kegelfläche beschreibt. Solchen Bewegungen giebt man im gemeinen Leben auch den Namen des **Schwingens** oder **Schwungs**, obgleich der Körper nicht hin und her geht, sondern ununterbrochen in der Peripherie eines Kreises umläuft. Man findet von diesen Bewegungen etwas bey dem Worte **Schwungkraft**.

Dies hat auch Veranlassung gegeben, dem Widerstreben bewegter Körper gegen die Krümmung ihres Weges, welches sich bey allen Centralbewegungen äussert, und als eine nach der Richtung der Normallinie wirkende Kraft betrachtet wird, den Namen der **Schwungkraft** beyzulegen, s. **Centralkräfte, Schwungkraft**. Ich habe an einer andern Stelle (Th. I. S. 488 u. f.) einige Betrachtungen über diese Kraft angestellt, und Gründe angeführt, sie von andern Kräften zu unterscheiden, wobey man ihr den Namen des **Schwungs um gewisse Punkte** geben könnte.

Schwungbewegung, s. **Pendel**.

Schwungkraft, **Centrifugalkraft, Fliehkraft**, Vis centrifuga, *Force centrifuge.* Man giebt diesen Namen dem Bestreben, mit welchem sich bey Centralbewegungen der bewegte Körper vom Mittelpunkte des Krümmungskreises, oder überhaupt von den in der Normallinie liegenden Punkten, zu entfernen sucht. Dieses Bestreben rührt von der dem Körper mitgetheilten Bewegung her, die er

wegen seiner Trägheit geradlinigt fortzusetzen strebt, daher alle Augenblicke eine Kraft nöthig ist, die seinen Weg aufs neue krümmt. Diese Kraft wird auf die Krümmung des Weges verwendet, und äussert weiter keine Wirkung. Da sie einen Theil der Centripetalkraft ausmacht, und also von dieser etwas verlohren geht, so stellt man sich vor, es werde durch eine gleiche entgegengesetzte Kraft aufgehoben, und diese letztere ist eigentlich das, was man Schwungkraft nennt. Ich kan mich hierüber ganz auf dasjenige beziehen, was beym Worte Centralkräfte (Th. I. S. 488 u. f.) umständlich davon gesagt ist.

Dort ist auch erwiesen, daß die Schwungkraft durch $\frac{c^2}{2ga}$ ausgedrückt wird, wenn c die Geschwindigkeit des Körpers, g den Fallraum schwerer Körper in einer Secunde, a des Körpers Abstand vom Mittelpunkte des Krümmungskreises bedeutet, und wenn die Schwere, welche in 1 Sec. Zeit durch den Raum g treibt, = 1 gesetzt wird. Hier habe ich nur noch einige Resultate beyzubringen, welche sich aus diesem Satze, in Absicht auf die an den Erdkörpern zu bemerkenden Schwungkräfte, herleiten lassen.

Durch die tägliche Umdrehung der Erde wird jeder Körper auf ihrer Oberfläche aller 24 Stunden in einem dem Aequator parallelen Kreise umgetrieben, s. Parallelkreise. So beschreibt der Ort L, Taf. XXI. Fig. 145, täglich den Kreis vom Durchmesser EL, dessen Mittelpunkt in D liegt, da der Aequator AQ seinen Mittelpunkt in C, dem Mittelpunkte der Erde selbst, hat. Aus dieser Umdrehung entsteht für jeden Ort, wie L, ein Schwung, der den Punkt L mit einer Kraft $= \frac{c^2}{2g \, . \, DL}$ vom Mittelpunkte des Kreises D zu entfernen, und nach LN zu treiben strebt. Weil die Geschwindigkeit c durch den Raum ausgedrückt wird, den der Ort L in einer Secunde Zeit zurücklegt, wenn in einem Sterntage oder in 86164 Secunden Sonnenzeit der Kreis $EL = 2\pi \, . \, DL$ zurückgelegt wird, so hat man $c = \frac{2\pi \, . \, DL}{86164}$,

und wenn die Zahl 86164 = n gesetzt wird, $c = \frac{2\pi . DL}{n}$, mithin

$$\text{Schwung nach } LN = \frac{2\pi^2 . DL}{n^2 g.}$$

Dieser Schwung läßt sich rechtwinklicht in die zween Theile LM und MN zerlegen, wovon nur der erste der nach LC wirkenden Schwere entgegengesetzt ist. Dieser Theil LM verhält sich zum ganzen LN (wegen der ähnlichen Dreyecke LMN und LDC) wie DL : CL. Mithin ist

$$\text{Schwung nach } LM = \frac{2\pi^2 . DL^2}{n^2 g . CL}.$$

Weil π, n, g und CL für alle Orte L einerley bleiben, so verhalten sich die der Schwere entgegengesetzten Schwungkräften an verschiedenen Orten, wie DL^2, d. i. weil DL den Cosinus des Bogens QL, oder der geographischen Breite des Orts L vorstellt, wie die Quadrate der Cosinus der Breiten.

Hieraus läßt sich die Größe der Schwungkraft unter dem Aequator der Erde, oder in Q, auf folgende Art bestimmen. Weil sich für Orte, die im Aequator liegen, DL in CQ = CL selbst verwandlet, so ist hier der Schwung = $\frac{2\pi^2 . CL}{n^2 g}$.

Nach Picards Bestimmung ist der Halbmesser der Erdkugel CL = 19615800 pariser Schuh, s. **Erdkugel**; g nach Versuchen, die in Paris angestellt sind, = 15,0957 par. Schuh, s. **Fall der Körper**; n = 86164 (die Zahl der Secunden des Sterntags in mittlerer Sonnenzeit, s. Sonnenzeit); und π die bekannte ludolfische Reihe. Daraus findet sich mittelst der Logarithmen

log. 2 =	0,3010300	2. log. n =	9,8706518
2. log. π =	0,9942998	log. g =	1,1788533
log. CL =	7,2926061	log. n^2 g =	11,0495051
log. $2\pi^2$. CL =	8,5879359		
log. n^2 g =	11,0495051		
—	2,5384308		

welcher negative Logarithme dem Bruche $\frac{1}{289,45}$ zugehört. Dieser Rechnung zufolge ist die Schwungkraft unter dem Aequator der Erde dem 289sten Theile der Schwere zu Paris gleich.

Eben so groß fand sie schon Huygens, der erste Erfinder dieser Lehren (De vi centrifuga und De causa gravitatis in Opp. To. I.). Er gründete schon hierauf eine Berechnung über die Applattung der Erde, wobey er jedoch die verschiedene Größe der Schwere in verschiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte nicht in Betrachtung gezogen hatte. Wenn man nemlich Taf. XXI. Fig. 140. annimmt, die beyden Säulen PC und AC bestünden aus Materien von gleicher Dichte, deren Schwere in PC (unter dem Pole, wo keine Umdrehung ist) unverändert bliebe, in AC aber an jeder Stelle im Verhältniße des Halbmessers der Umdrehung um C vermindert würde, so werden diese Verminderungen in A $\frac{1}{289}$, auf der Mitte bey G die Helfte hievon oder $\frac{1}{578}$, bey C hingegen Nichts mehr betragen, und die Verminderung, welche die Summe, oder das ganze Gewicht der Materie in AC leidet, wird sich im Durchschnitt auf den 578sten Theil der Schwere setzen lassen. Da sich nun bey gleichwiegenden Säulen flüßiger Materien die Höhen umgekehrt, wie die specifischen Schweren, verhalten müssen, so wird CP um $\frac{1}{578}$ kleiner, als CA seyn, oder die Abplattung wird $\frac{1}{578}$ betragen müssen, wenn ein Gleichgewicht statt finden soll, s. Erdkugel.

Huygens zeigt ferner, wenn die Umdrehung der Erde 17mal geschwinder erfolgte, mithin die Schwungkraft 289 mal stärker würde, so würde dies die Schwere unter dem Aequator ganz aufheben, und die Erde würde dadurch die gröste mögliche Abplattung erhalten, wobey der Durchmesser des Aequators doppelt so groß, als die Axe, seyn würde. Eine noch schnellere Umdrehung der Erde würde den Theilen im Aequator mehr Schwung geben, als die Schwere zu überwinden vermöchte; sie würden sich also gänzlich zerstreuen und von der Erde hinwegfliegen, wie Staub und Drehspäne von einem auf der Drehbank rotirten Körper ab-

fliegen. Mit Weisheit hat also der Schöpfer diesen Grad der Umdrehung gewählt, dessen Wirkung nur so weit geht, daß ein Gewicht von 289 Pfund, aus dem Pole in den Aequator gebracht, nur um 1 Pfund leichter wird.

Newton (Princip. L. III. prop. 19.), der die Berechnung hierüber auf eine andere Art führt, giebt die Schwungkraft unter dem Aequator zur Schwere, in der ersten Ausgabe, wie 1 zu $290\frac{4}{5}$; in den neuern, wo er sie mit der Schwere in der Breite von Paris vergleicht, wie 7,54064 zu 2177,267 oder, wie 1 zu 289 an; die Commentatoren setzen sie bey genauerer Betrachtung der elliptischen Gestalt, wie 1 zu 287,86. Maupertuis (Sur la figure des astres) und Kraft (Comm. Acad. Petropol. To. VIII. p. 233 sqq.) finden nach andern Berechnungsarten auch 1 zu 289, so wie Hermann (Phoronom. p. 367 sqq.), dem ich oben bis auf eine Kleinigkeit gefolgt bin, weil seine Methode am besten zu der Formel für die Schwungkraft passet, die ich im Artikel Centralkräfte erwiesen habe, und hier brauchen muste.

Um zu erfahren, wieviel der Schwung an andern Orten der Erde von der Schwere hinwegnimmt, darf man nur den Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Cosinus der geographischen Breite des Orts multipliciren. Unter einer Breite von 60°, deren Cosinus $= \frac{1}{2}$ ist, wird dies nur $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289}$ oder den 1156sten Theil betragen. Für die Breite von Paris 48° 15′ 10″ findet man den 668sten Theil.

Bey den krummlinigten Bewegungen, welche auf der Erde durch allerley Kräfte hervorgebracht werden, z. B. beym Schwingen der Pendel, dem Wurfe, dem Schleudern im Kreise u. s. w., verbindet sich der daraus entstehende Schwung mit der Schwere auf sehr verschiedene Weise. Wenn Körper auf einem glatten wagrechten Boden liegen, der ihr ganzes Gewicht trägt, so kan man die Schwere ganz aus der Betrachtung lassen. Werden die Körper alsdann im Kreise geschwungen, so folgen sie den beym Worte Centralbewegung (Th. I. S. 482.) angeführten Gesetzen, in so fern es die Reibung und der Widerstand der Luft nicht hindert. Schwingt man aber einen schweren Körper am Faden in

freyer Luft, so zieht ihn die Schwere nieder, und veranlaßt dadurch, daß der Faden die Oberfläche eines Kegels beschreibt, wie CAB Taf. XXI. Fig. 146.

Solche konische Schwünge (motus turbinatorios) hat schon Huygens betrachtet, und man hat Uhren, deren Perpendikel sich auf diese Art bewegen.

Die Schwere nach BM treibt den Körper B so lange herab, bis die aus der Geschwindigkeit c entstehende Schwungkraft nach BN, mit ihr eine mittlere Richtung nach BO hervorbringt, die der Richtung des Fadens CB geradlinigt entgegen ist. Bis dahin wird der Winkel C immer kleiner, und der Kreis AB enger: ist aber diese Richtung erreicht, so hebt die Spannung des Fadens Schwung und Schwere zugleich auf, und der Körper setzt nun seine Kreisbewegung um D unverändert fort. Für diesen Fall ist, die Schwere BM = 1 gesetzt, $BN = MO = \frac{c^2}{2g \,.\, BD}$, und

$$MO : BM = BD : CD$$

$$\frac{c^2}{2g \,.\, BD} : 1 = BD : CD$$

Mithin $BD^2 = \frac{c^2}{2g} \,.\, CD$; und $c = BD \,.\, \sqrt{\frac{2g}{CD}}$. Die Zeit, in welcher der Kreis AB durchlaufen wird, ist nach den Gesetzen (Theil I. S. 483.) $= \frac{2\pi \,.\, BD}{c}$ $= \pi \,.\, \sqrt{\frac{2CD}{g}}$ Secunden; völlig gleich mit der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge CD einen unendlich kleinen ganzen Schwung verrichtet, s. Pendel (oben S. 419). Daher verhalten sich auch die Umlaufszeiten konischer Schwingungen, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen der Kegel.

Bringt man, statt der Höhe des Kegels CD, den Winkel k und die Länge des Fadens CB = l in die Formel, so wird $CD = l \,.\, \cos k$, und

$$\text{Umlaufszeit} = \pi \sqrt{\frac{2l \cdot \cos k}{g}} \text{ Sec.}$$

Daher verhalten sich, für einerley Winkel k, die Umlaufszeiten, wie die Quadratwurzeln aus der Länge des Fadens l: und für gleich lange Faden die Umlaufszeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Cosinussen der Winkel k.

Wird der Winkel k sehr klein, also sein Cosinus nahe = 1, so verwandelt sich die Umlaufszeit in diejenige, in welcher ein Pendel von der Länge l seinen kleinsten ganzen Schwung verrichtet, wie auch schon daraus klar ist, weil für diesen Fall die Höhe des Kegels CD der Länge des Fadens CB beynahe gleich kömmt.

Endlich ist die Kraft, womit der Faden gespannt wird, BO, (wenn BM = 1) = $\frac{CB}{CD}$, oder sie verhält sich zur Schwere, wie die Länge des Fadens zur Höhe des Kegels. Ist k = 60°, also CB = 2 CD, so ist die Spannung = 2, der doppelten Schwere gleich, u. s. w. Auch diese Schwungbewegungen werden durch Reiben und Widerstand der Mittel immer mehr vermindert, die Geschwindigkeit wird geringer und der Winkel k kleiner, bis endlich der schwingende Körper in der Verticallinie CD in Ruhe kömmt. In den Uhrwerken aber erhalten solche Pendel durch die Maschine selbst immer neue Geschwindigkeit, welche dieses Abnehmen ihrer Bewegung verhütet.

Wenn endlich ein Körper in einem verticalen Kreise vom Halbmesser r geschwungen wird, so muß seine Schwere in der untern Helfte des Kreises die Schwungkraft oder Spannung des Fadens vermehren, in der obern Helfte vermindern. Um die Theorie hievon zu übersehen, gehe man auf das zurück, was beym Worte Fall der Körper (Th. II. S. 125. u. f.) vom Falle auf vorgeschriebenen Wegen gesagt worden ist, verglichen mit Taf. VIII. Fig. 13. Hier

ist die Schwere = 1, welche den Körper nach MF treibt, in die Kräfte MN und NF zerlegt, wovon die erste MN eine Normalkraft ist, und gegen die Unterlage, oder im gegenwärtigen Falle auf die Spannung des Fadens wirkt, und also der schon vorhandnen Schwungkraft noch einen Zusatz giebt. Diese Kraft verhält sich zur Schwere, oder zu 1, wie MN : MF, d. i. (wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke NFM und pMm) wie pm : Mm, oder wie $dy : ds$. Ihre Größe ist also $= \frac{dy}{ds}$; mithin die ganze Spannung des Fadens OM bey der Geschwindigkeit $v = \frac{v^2}{2gr} + \frac{dy}{ds}$. Nun wird, wenn die Curve ein Kreis und der Bogen AMB ein Quadrant desselben ist, nach bekannten Sätzen der höhern Geometrie $dy : ds = x : r$, daher

$$\text{Schwungkraft in M} = \frac{v^2}{2gr} + \frac{x}{r} = \frac{v^2 + 2gx}{2gr},$$

wo in der obern Helfte des Kreises die x negative Werthe erhalten.

Soll man aber v bestimmen können, so muß die Geschwindigkeit für irgend eine Stelle des Weges gegeben seyn. Sie sey für die Stelle A, oder für den Anfang der Absciſsen x, gegeben, und heisse daselbst = c. Es muß also die Formel für v (Th. II. S. 126) oder

$$2vdv = 4gdx$$

so integrirt werden, daß für $x = 0$; $v = c$ wird. Man findet daraus

$$v^2 = c^2 + 4gx$$

$$\text{und } \frac{v^2}{2gr} = \frac{c^2}{2gr} + \frac{2x}{r}$$

$$\text{also Schwungkraft in M} = \frac{c^2}{2gr} + \frac{3x}{r} = \frac{c^2 + 6gx}{2gr}.$$

Läßt man ein Pendel, das um 90° bis A erhoben worden ist, in A blos aus der Ruhe fallen, daß also $c = 0$ ist, so wird die Spannung des Fadens an jeder Stelle $= \frac{3x}{r}$

seyn, und im untersten Punkte B, wo $x = r$ ist, $= 3$ oder dreymal so groß, als die Schwere werden. Durch diesen Fall aus der Ruhe aber kann niemals mehr, als der untere Halbkreis, beschrieben werden, weil das Pendel wieder umkehrt, wenn es jenseits B so hoch gestiegen ist, als es diesseits gefallen war.

Soll es also mehr, als den Halbkreis, beschreiben, so wird man ihm da, wo die Bewegung anfängt, z. B. in A noch einen Stoß geben müssen, durch den es auf einmal die Geschwindigkeit c erhält. Nun wird es jenseits B über den Halbkreis so weit hinausgehen, bis die negativen x so groß werden, daß die Spannung des Fadens verschwindet, oder bis $c^2 = 6gx$, d. i. bis $x = \frac{c^2}{6g}$ ist. An dieser Stelle hört die Spannung des Fadens auf, der Körper verläßt den vorgeschriebnen Weg, und fällt durch die Schwere entweder in gerader Linie, oder wieder im Bogen um O zurück, je nachdem OM ein biegsamer Faden, oder ein unbiegsames Stäbgen ist.

Soll aber der Körper einen ganzen Kreis beschreiben, so daß im höchsten Punkte $x = -r$ wird, so muß für die in A mitgetheilte Geschwindigkeit wenigstens $\frac{c^2}{6g} = r$ oder $c^2 = 6gr$ seyn. Ist nun c genau so groß, so wird die spannende Kraft in der höchsten Stelle des Kreises $\left(\frac{c^2 - 6gr}{2gr}\right)$ gerade verschwinden; aber die Geschwindigkeit, die der Körper in diesem Punkte noch hat, und deren Quadrat $= 6gr - 4gr = 2gr$ ist, wird ihn im Bogen um O fortführen, wodurch x wieder abnimmt, und eine neue Spannung des Fadens entsteht. An der tiefsten Stelle des Kreises wird die spannende Kraft $\left(\frac{c^2 + 6gr}{2gr}\right) = 6$, oder sechsmal so groß, als die Schwere, seyn, das Quadrat der Geschwindigkeit aber wird $6gr + 4gr = 10gr$ betragen. Für diesen Fall also, wo die Geschwindigkeit

gerade zureicht, den Körper im völligen Kreise herum zu treiben, verhalten sich in der höchsten und tiefsten Stelle des Kreises die Quadrate der Geschwindigkeiten, wie 1 zu 5, und die Geschwindigkeiten selbst, wie 1 : $\sqrt{5}$.

Ex. Ein Stein, an einem Faden von $1\frac{1}{9}$ Fuß Länge vertical geschwungen, muß, wenn er einen völligen Kreis beschreiben soll, da wo er senkrecht niedergeht, eine Geschwindigkeit haben, deren Quadrat = $6 \cdot 15 \cdot 1\frac{1}{9} = 100$ Quadratfuß ist, oder, die ihn in einer Secunde 10 Schuh weit führt. Er spannt alsdann den Faden im Anfange des Falls mit der Kraft = 3, im tiefsten Punkte mit der Kraft = 6, und im höchsten Punkte gar nicht. Seine Geschwindigkeit im tiefsten Punkte ist = $\frac{10}{3}\sqrt{15}$, im höchsten = $\frac{10}{3}\sqrt{3}$, u. s. w.

Wird bey dem Schwunge im Kreise die Geschwindigkeit noch mehr verstärkt, als zur Vollendung des Kreises gerade nöthig ist, so findet überall, selbst noch im höchsten Punkte, mehr Schwungkraft statt, als Schwere da ist. Alsdann fallen die Körper nicht herab, wenn sie gleich oben ohne Unterstützung sind. So setzt man Gläser, mit Liquoren gefüllt, in eine Schleuder oder einen Reif, und schwingt sie in lothrechten Kreisen, wo sie oben in umgekehrte Stellung kommen, ohne daß ein Tropfen von dem Liquor herausfällt.

Bey diesen Betrachtungen ist die Schwungkraft als beschleunigende Kraft angesehen, und mit der Schwere = 1 verglichen worden. Will man sie als bewegende Kraft betrachten, so muß sie noch in die Masse des Körpers multiplicirt, oder, was eben so viel ist, mit seinem Gewichte verglichen werden. Dabey bleiben alle angeführte Ausdrücke die vorigen. So ist die Schwungkraft unter dem Aequator so stark, daß sie einem Körper, der in Paris 289 Pfund wiegt, 1 pariser Pfund von seinem Gewichte benimmt; ein Stein der 1 Pfund wiegt, wird, im Kegel von 120° Winkel geschwungen, den Faden mit 2 Pfund Kraft, und im verticalen Kreise geschwungen, die Schleu-

der unten mit 7 Pfund Kraft, an den Seiten mit 3 Pfund Kraft u. s. w. spannen.

Newtoni Philos. natural. principia mathemat. L. I. prop. 4. Coroll. 3. L. III. Prop. 19.

Jac. Hermanni Phoronomia, s. de viribus et motibus corporum solid. et fluid. Amst. 1716. 4. L. II. Prop. 82. Schol.

Kästner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Götting. 1766. 8. S. 184. u. f.

Secunde, s. Sternzeit, Sonnenzeit.

Secundenpendel, s. Pendel.

Sedativsalz, Boraxsäure, Sal sedativum *Hombergii*, Acidum boracis, *Sal sédatif*. Ein eignes saures Salz, das mit dem mineralischen Alkali den Borax ausmacht, s. Borax, und aus demselben durch die stärkern mineralischen Säuren abgeschieden werden kann. Es schießt in glänzenden weich anzufühlenden Schuppen an, hat einen sehr schwachen säuerlichen Geschmack, und röthet die Lakmustinktur.

Becher scheint es schon gekannt zu haben. Homberg aber (Mém. de Paris 1702. p. 33. und in Crells chem. Archiv B. II. S. 265.), der es aus Vitriol und Borax erhielt, schrieb es dem Vitriole zu, und nannte es daher Sal volatile vitrioli narcoticum. Stahl (Von den Salzen, Halle, 1723. 8. S. 23.) wuste schon, daß es nicht von der Vitriolsäure herrühre, und auch durch Salpeter- und Salzsäure aus dem Borax erhalten werde, welches aber erst Lemery (Exp. sur le borax in den Mém. de Paris 1728. 1729.) deutlich darthat. Geoffroy (Mém. de Paris 1732.) machte leichte Methoden bekannt, dieses saure Salz aus dem Borax ohne Sublimation zu scheiden, und bewieß, daß das mineralische Laugensalz den zweyten Bestandtheil des letztern ausmache; endlich zeigte Baron (Mém. presentés To. I. et II.) 1745 und 1748, daß man es auch durch Pflanzensäuren abscheiden könne, und daß es nicht erst durch die Anwendung der Säuren entstehe.

Dieses Salz erscheint immer in fester Gestalt, doch ist das sublimirte etwas lockerer, flockigt und gestreift. Sein eigenthümliches Gewicht ist fast $1\frac{1}{2}$mal so groß, als das des Wassers. Es löset sich im kalten Wasser etwas schwer auf, und erfordert bey 50 Grad nach Fahrenheit, 20 Theile, beym Siedpunkte aber nur 2,211 Theile Wasser, daher es sich leicht durch Abkühlen krystallisiren läßt. Es ist an sich feuerbeständig, folgt aber wegen seiner Leichtigkeit dem übergehenden Wasser in Gestalt von Flocken nach, daher es sich gewissermassen auf eine mechanische Art sublimiren läßt. Es schmelzt in gelinder Hitze, und verliert dadurch sein Krystallisationswasser, welches fast die Helfte seines Gewichts austrägt. In der Hitze löset es die Erden und Steine stark auf, und bildet mit ihnen glasähnliche Massen.

Von den Säuren leidet es keine Veränderung: mit den milden Laugensalzen und Erden aber brauset die Auflösung desselben in der Hitze, und giebt eigne Neutral- und Mittelsalze, welche den allgemeinen Namen der Boraxe führen. Der gewöhnliche Borax, den es mit dem Mineralalkali bildet, ist noch nicht ganz damit gesättiget, daher rühren seine alkalischen Eigenschaften. Er nimmt auch noch mehr Sedativsalz bis zur Sättigung in sich.

Die Meinungen der Chymisten über dieses Salz sind ungemein verschieden gewesen. Man hielt den Borax für ein Kunstprodukt, und glaubte daher auch, das Sedativsalz lasse sich aus andern Stoffen zusammensetzen. Pott hielt es für eine Mischung von phlogistisirter Erde und Vitriolsäure, **Model** für ein Neutralsalz aus Vitriolsäure und einem eignen unschmelzbaren Alkali. **Melzer** (Diss. de borace. Regiomont. 1728. 4.), **Cartheuser**, **Bourdelin** und **Cadet** suchten Salzsäure, letzterer auch noch Kupfer und verglasbare Erde darinn. **Baume** (Erl. Experimentalchemie Th. II. S. 156 und 175.) glaubte, aus einem $1\frac{1}{2}$ Jahre alten Teige von Thon, Fett und Wasser ein Sedativsalz ausgelaugt zu haben, aber **Storrs** (Diss. de sale sedativo Homb. Tubing. 1778. 4.) und **Wieglebs** Ver-

suche (in Crells chem. Journal Th. IV. S. 44.) haben dies nicht bestätiget. Erschaquet und Struve (in Crells Auswahl eigenthümlicher Abhandlungen aus den neusten Entdeckungen, B. IV. S. 155.) haben dieses Salz zu zerlegen gesucht, und einige Aehnlichkeiten desselben mit der Phosphorsäure gefunden.

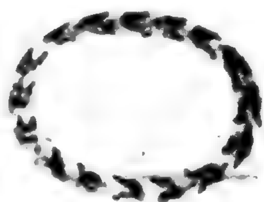
Herr Höfer in Florenz (aus Cölln am Rhein gebürtig) hat in Toscana im Wasser des Lagone Cerchiajo und Castel nuovo ein wahres natürliches Sedativsalz entdeckt (Memoria sopra il sale sedativo naturale della Toscana in Firenze, 1778. 8. übersetzt von Herrmann, Wien, 1781. 8. auch in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, I. B. 6 St. S. 706. u. f.), auch hat Mascagni an den Ufern der genannten Seen trokness Sedativsalz gefunden. Ueberdies weiß man jetzt, daß der Borax ein natürlicher Körper und kein Kunstproduct sey (Vom Pounxa oder natürlichen Borax, v. Grill Abrahamson und Engström in Schwed. Abhandl., der deutschen Uebersetz. B. XXXIV. S. 317. u. f. und in Crells neusten Entd. Th. I. S. 84. u. f.). Es ist also am wahrscheinlichsten, das Sedativsalz des Borax für eine eigne natürliche Säure des Mineralreichs zu halten.

Homberg, sein Erfinder, glaubte darinn ein beruhigendes, krampfstillendes und sogar einschläferndes Heilmittel zu finden, wovon es auch seinen Namen bekommen hat. Inzwischen ist diese beruhigende Kraft, so lang man es auch als Arzneymittel gebraucht hat, noch nicht sattsam erwiesen.

Macquer chymisches Wörterbuch, durch Leonhardi. Art Salze.

Gren systematisches Handbuch der Chemie. Erster Theil, §. 1036. u. f.

Ende des dritten Theils.



Tab. XIV.

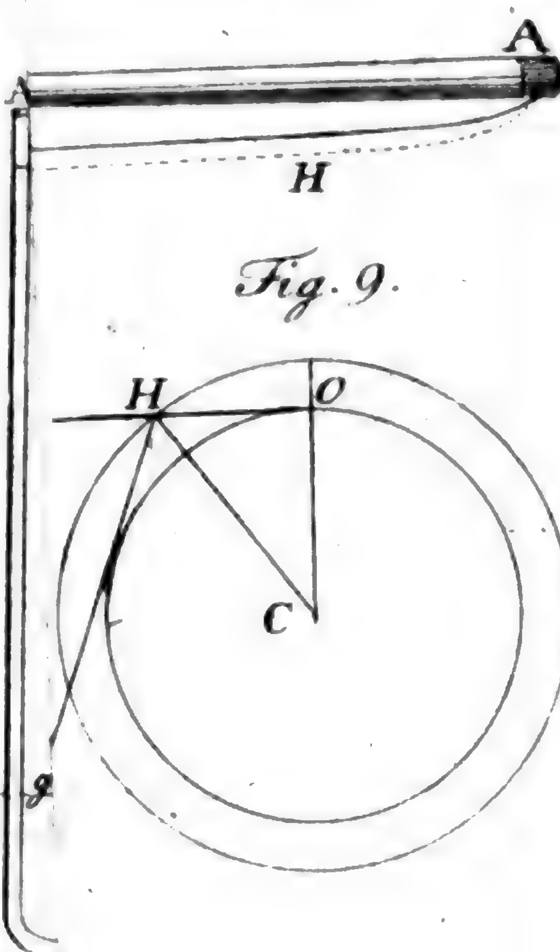
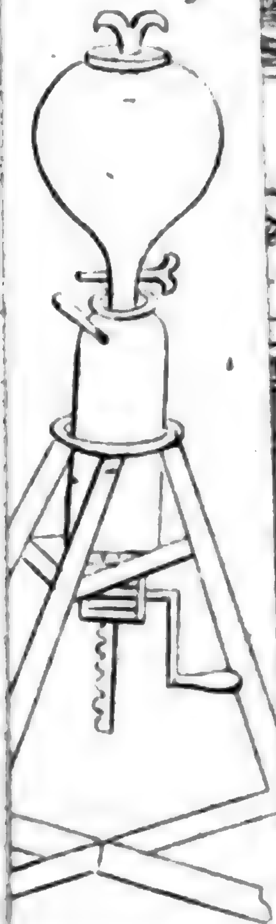
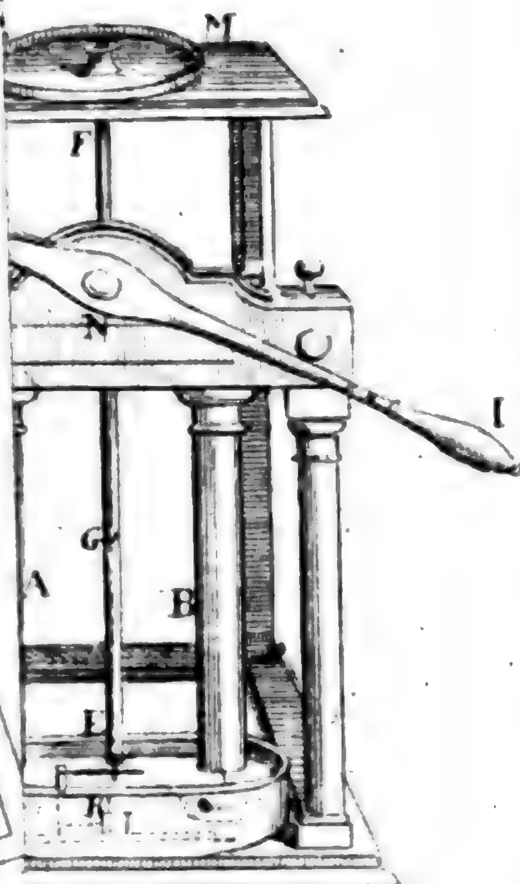
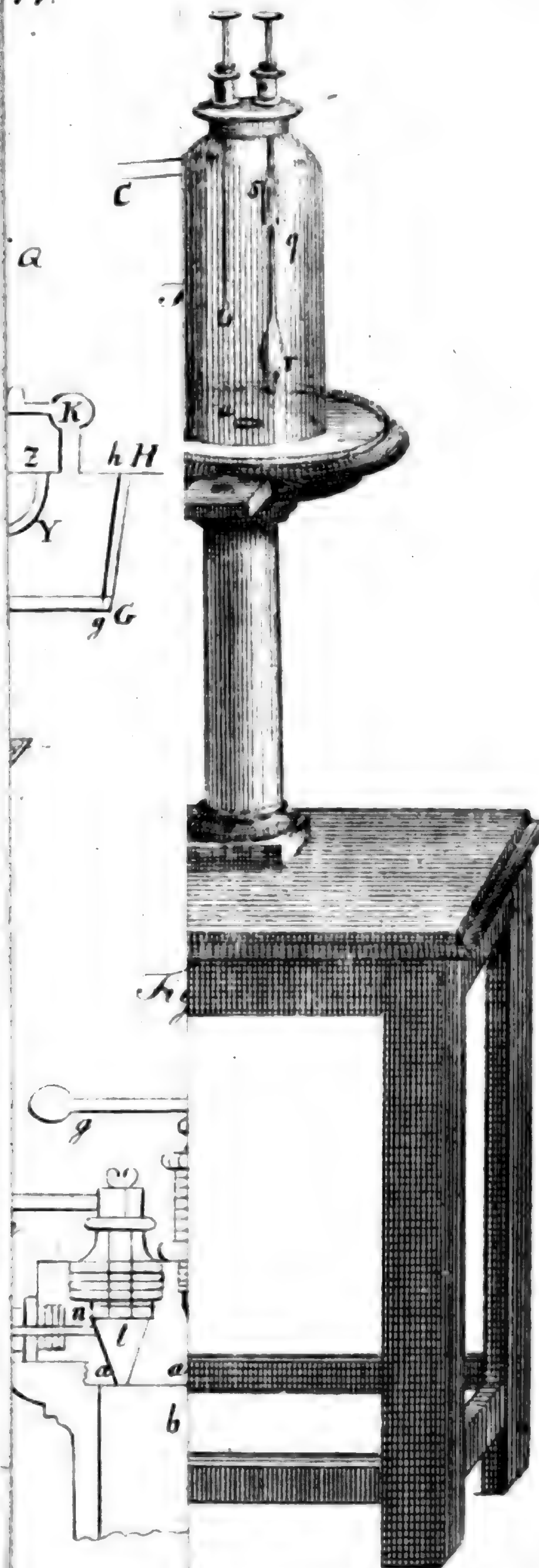


Fig. 2.

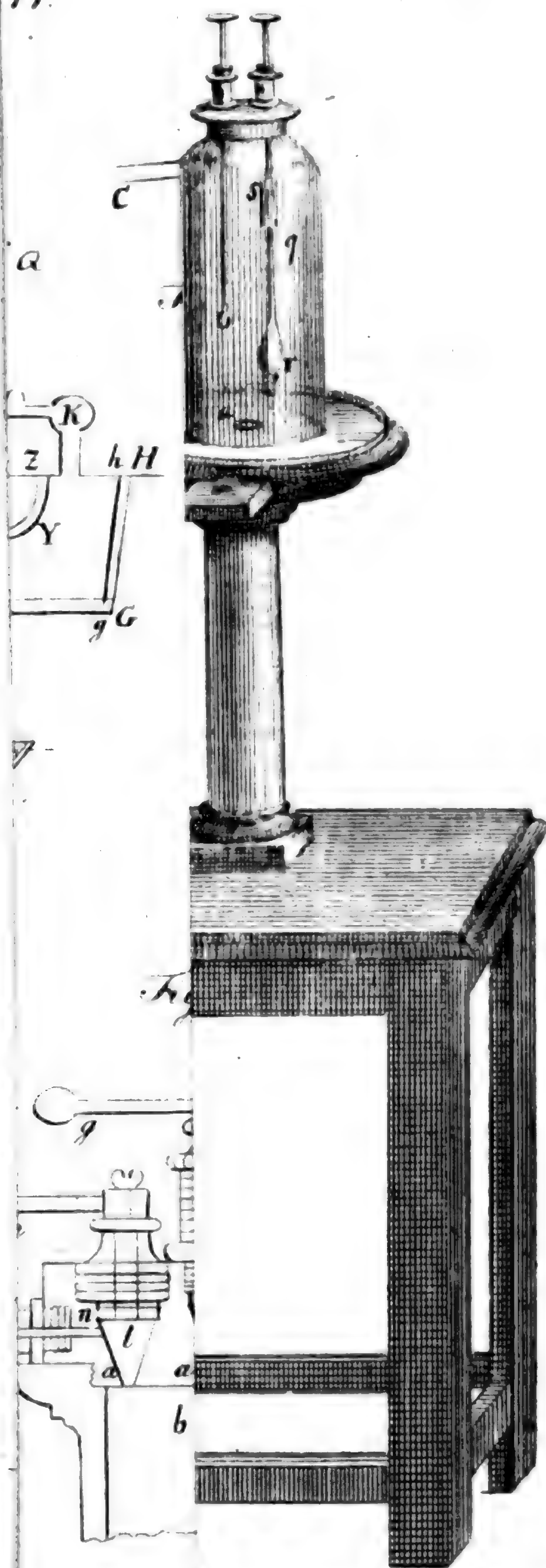
Fig. 16.






17.
C
a
K
z
h H
Y
g G
g
n
l
a
a
b

Taf. XV.



Taf. XVI.

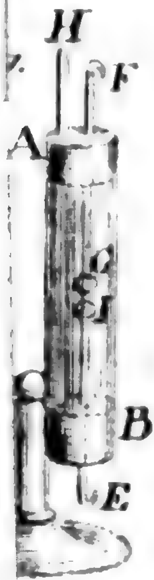


Fig. 30.

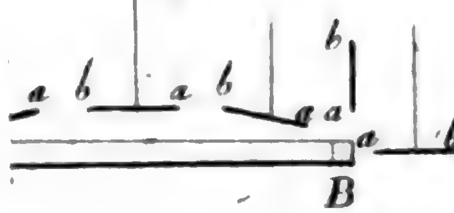


Fig. 31.

Fig. 36.

Fig. 33.

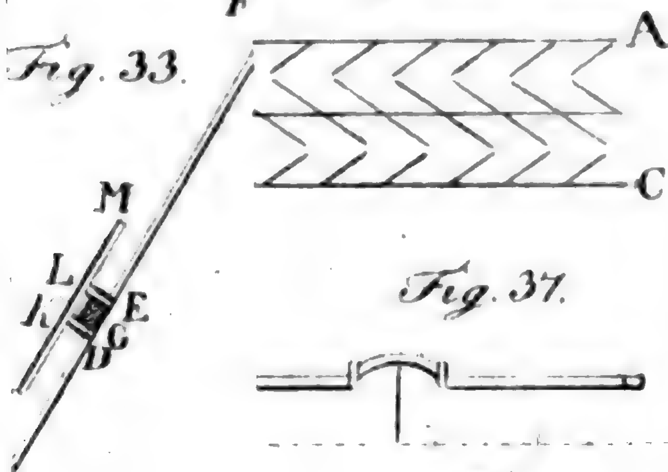


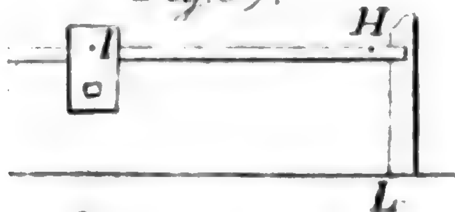
Fig. 37.

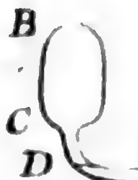


Fig. 38.

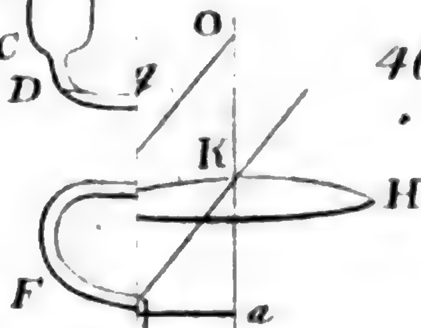


Fig. 39.

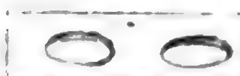




46.



45. b





Taf. XVI.

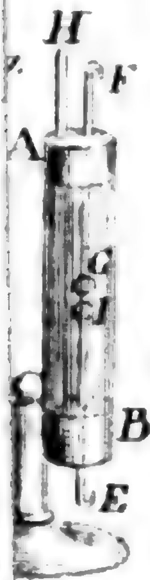


Fig. 30.

Fig. 31.

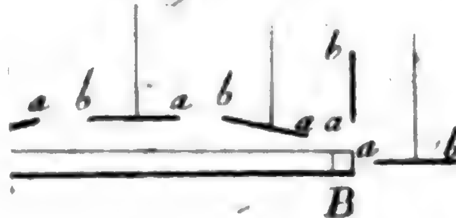


Fig. 36.

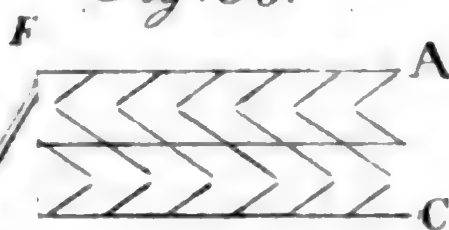


Fig. 33.



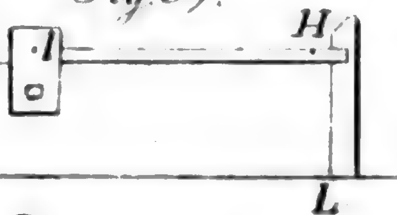
Fig. 37.

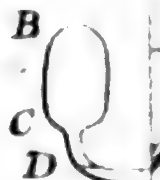


Fig. 38.

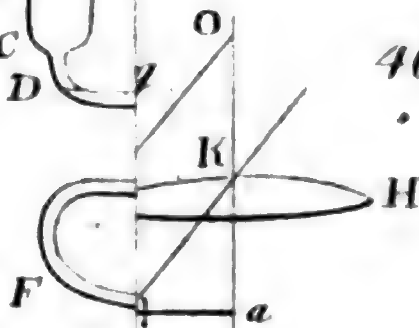


Fig. 39.



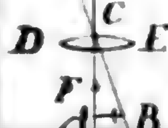


46.

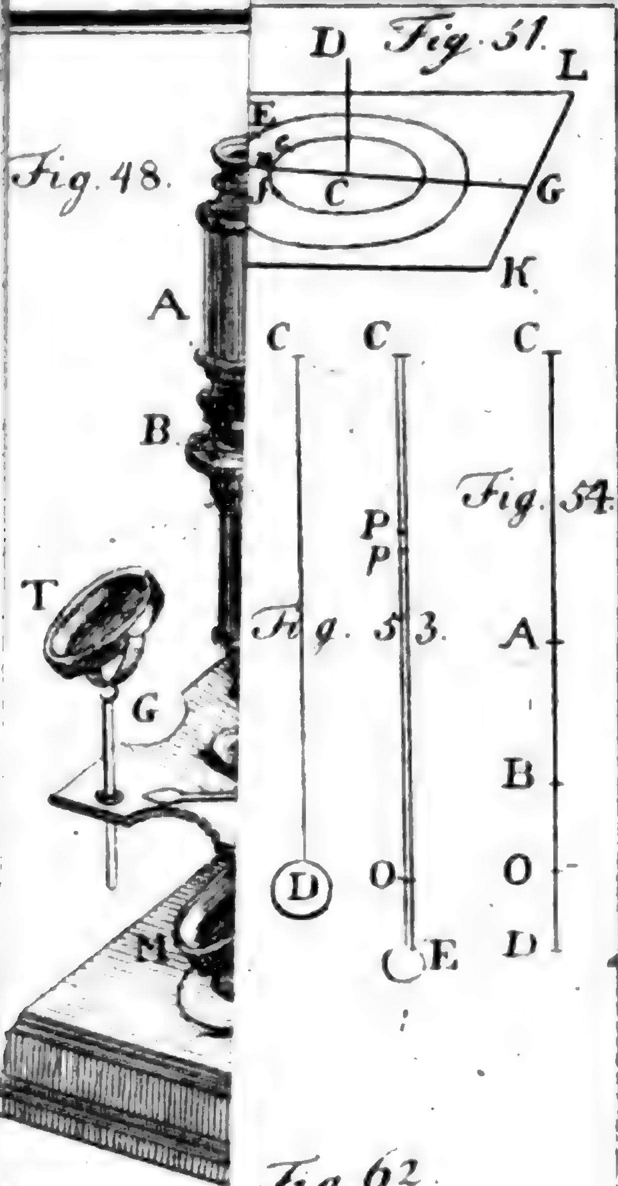


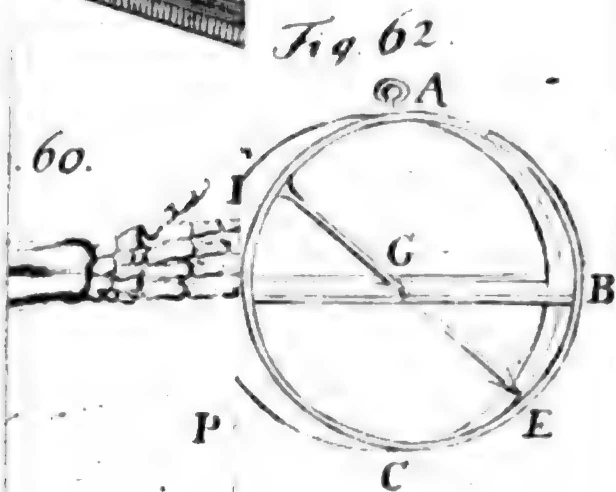
45. b

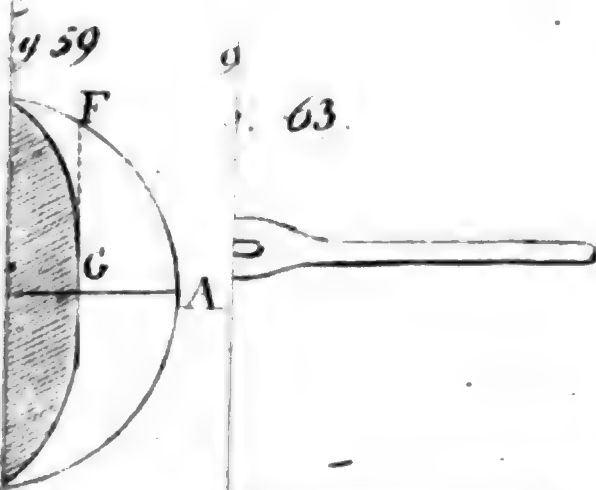




Taf. XVII.


Fig. 51.
D
L
E
C
G
K
Fig. 48.
A
B
T
G
M
C
C
C
Fig. 54.
P
P
Fig. 53.
A
B
D
O
O
E
D

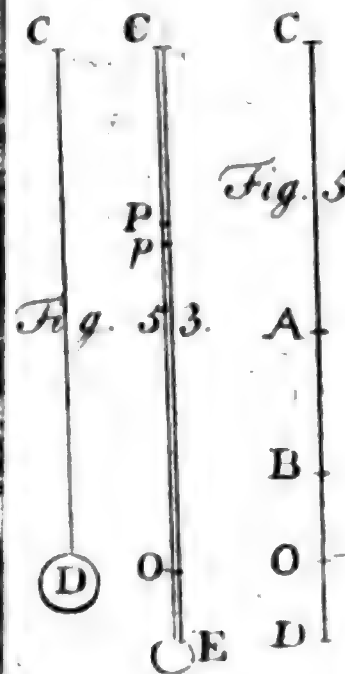

Fig. 62
A
.60.
I
G
B
P
E
C

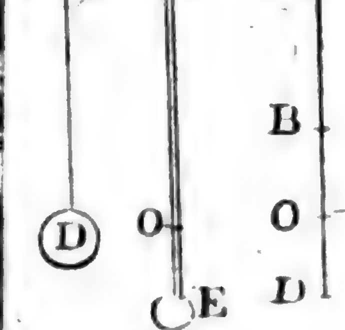

59
F
63.
G
A

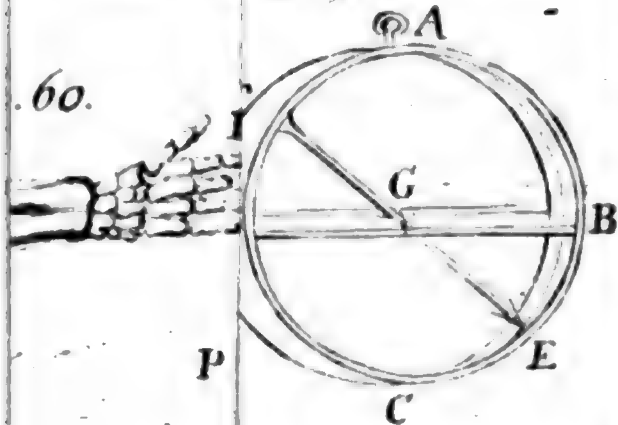
Taf. XVII.

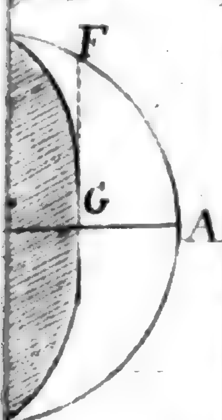

Fig. 48.
A.
B.
T
G
M


D
Fig. 51.
L
E
C
G
K


C
C
C
Fig. 54.
P
p
Fig. 53.
A
B
D
O
O
E
D




Fig 62
A
60.
I
G
B
E
P
C

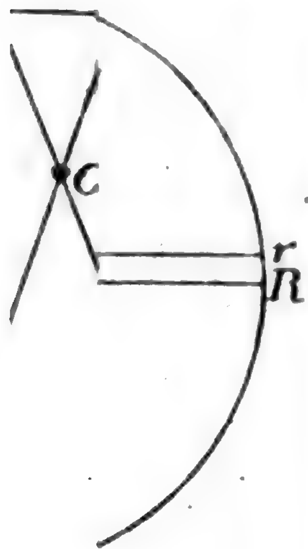

59
F
G
A

63.



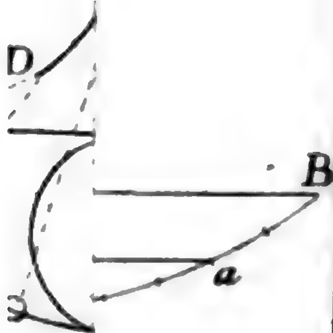
Taf. XVIII.

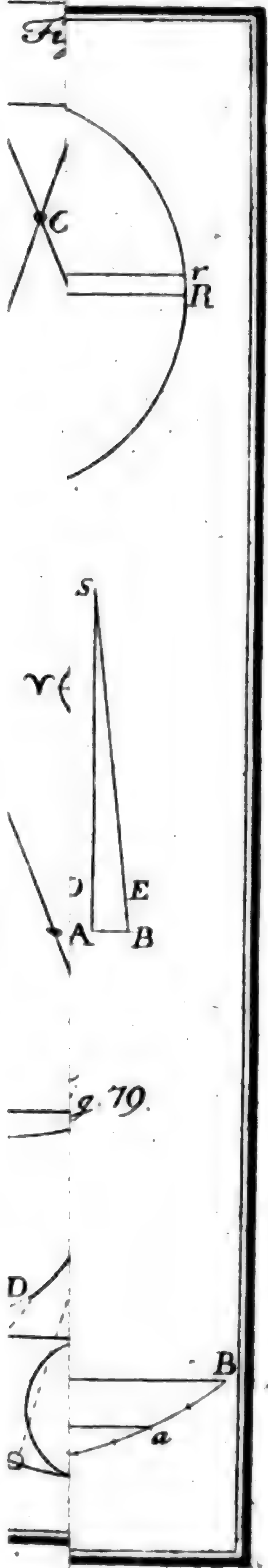
Fi





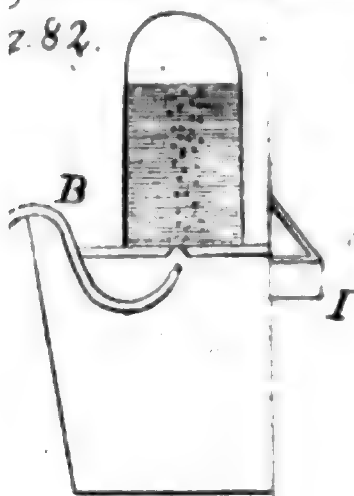
g. 79.

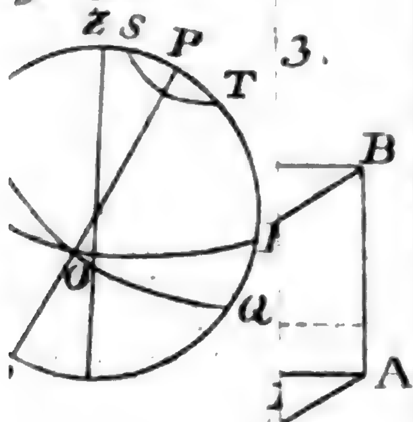


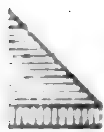

Taf. XVIII.
C
r
R
S
D
E
A
B
g. 79.
D
B
a



af. XIX.







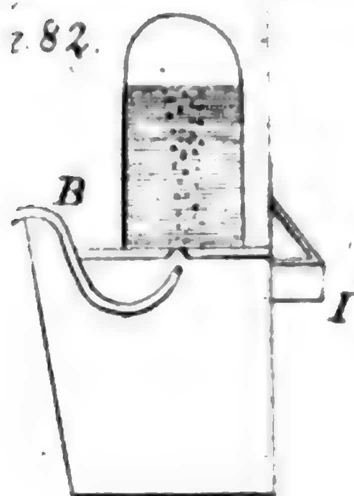
K

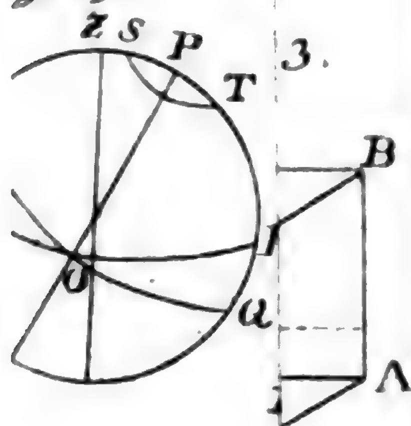
L

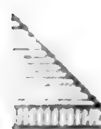
H
O
S

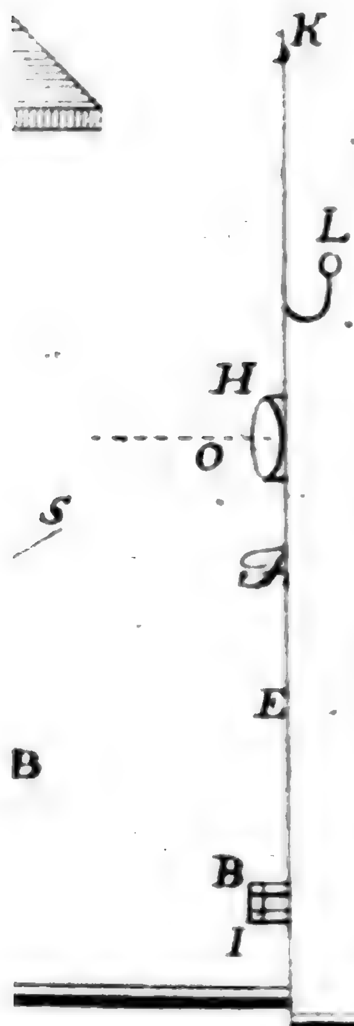
E
B
B
I

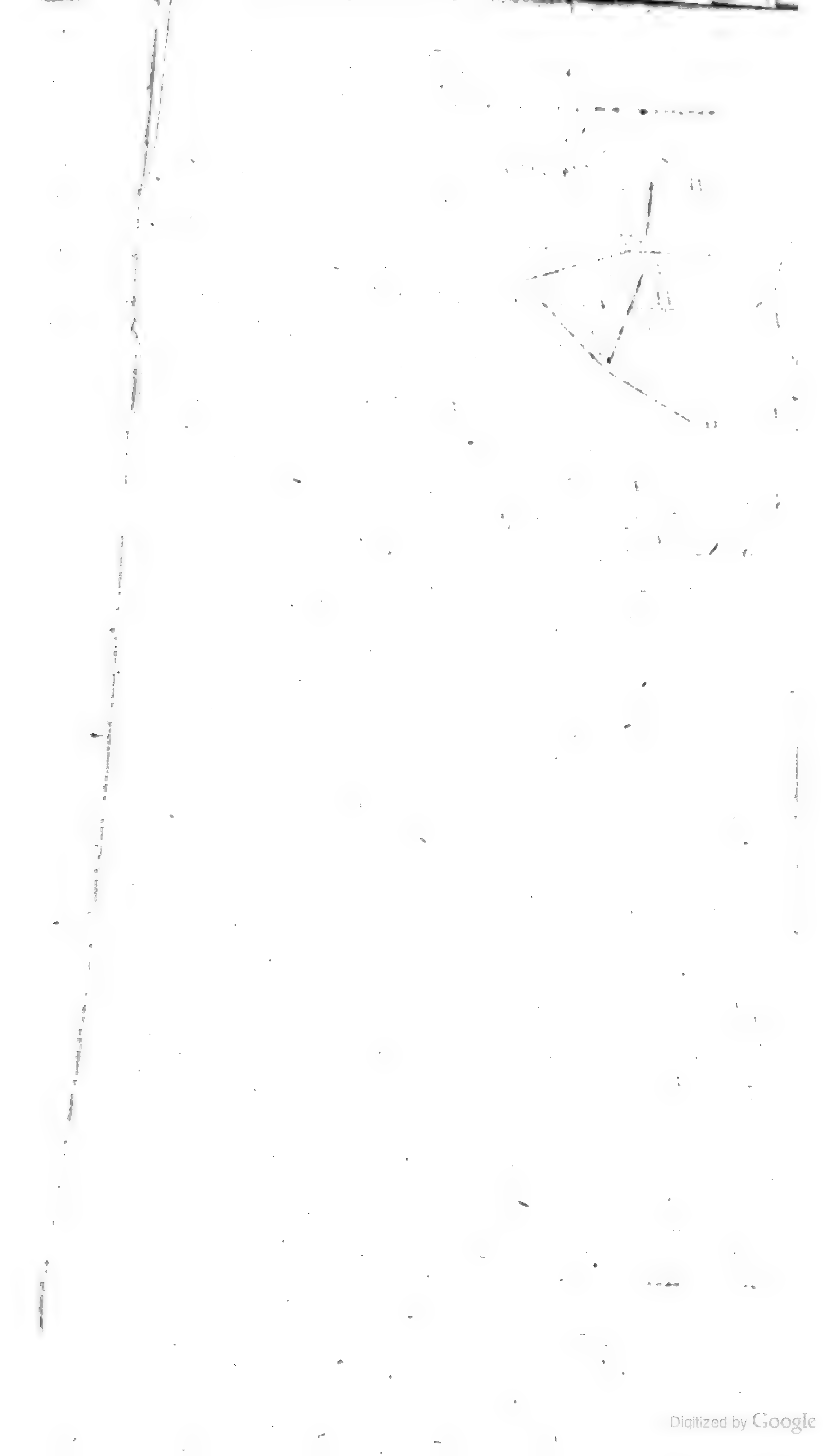
af. XIX.

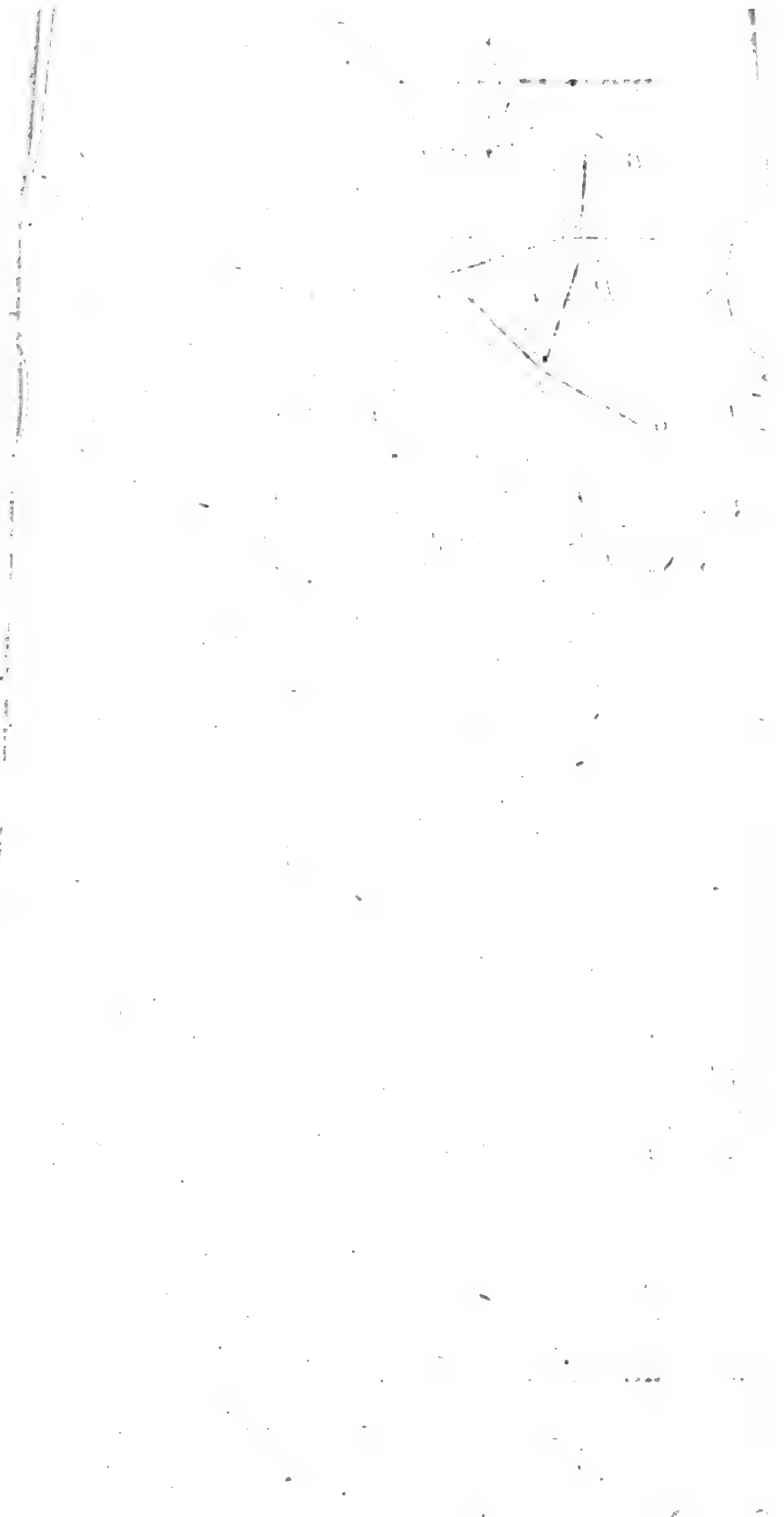


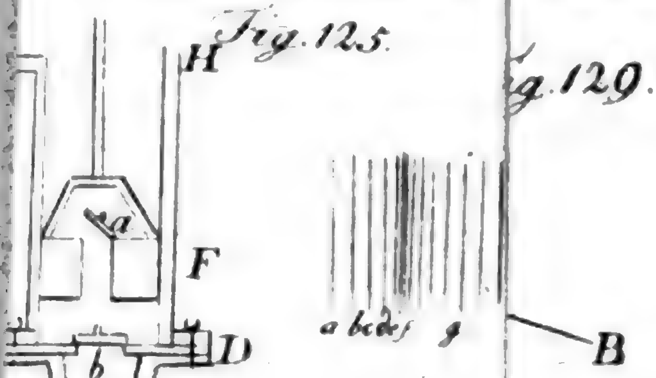


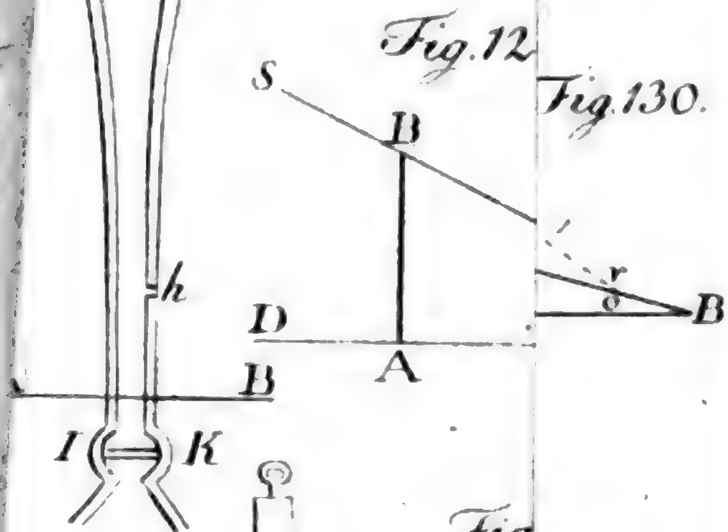


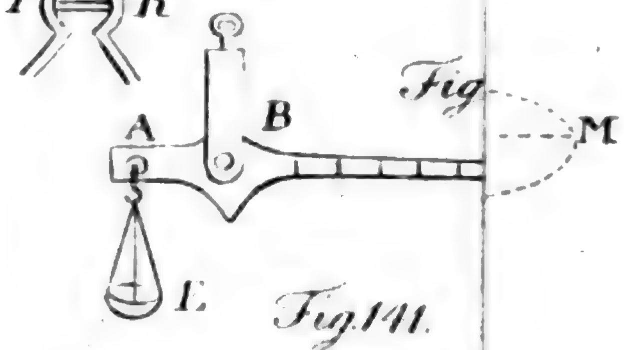


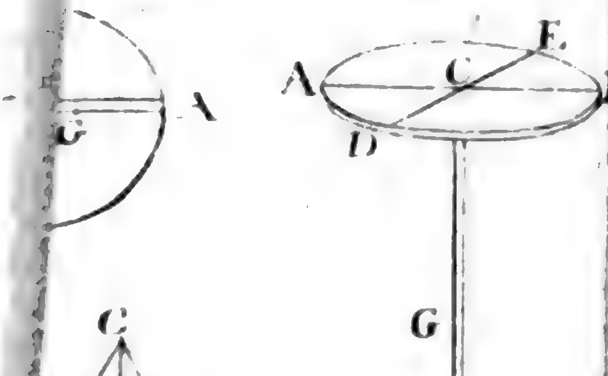


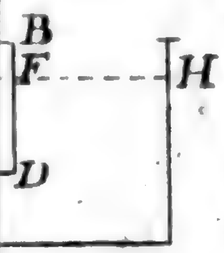


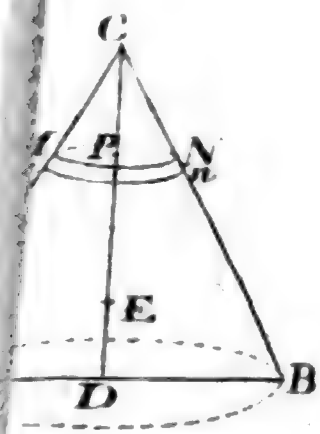

Fig. 125.
H
a
F
D
b
Fig. 129.
B

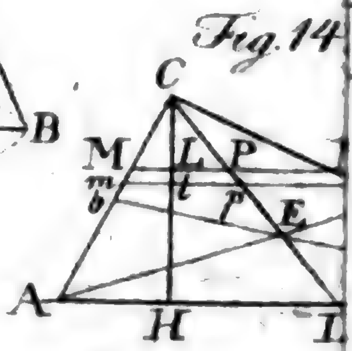

Fig. 12
Fig. 130.
S
B
D
A
r
B
h
B
I
K


Fig
A
B
M
L

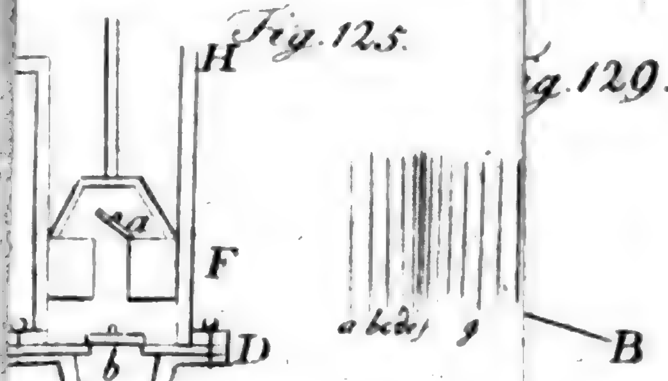

Fig. 141.
E
A
C
D
G
A

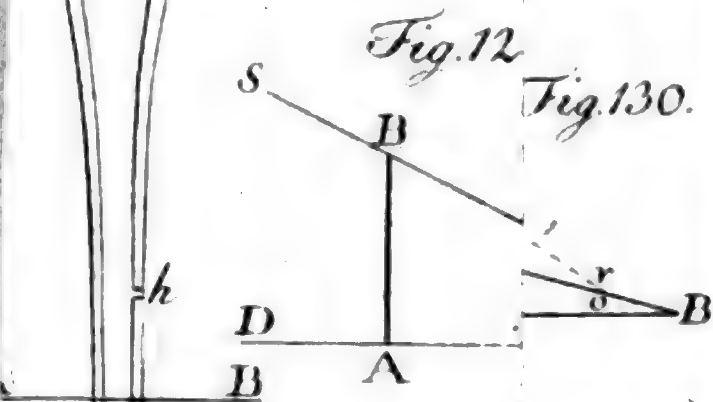

144.
B
F
H
D

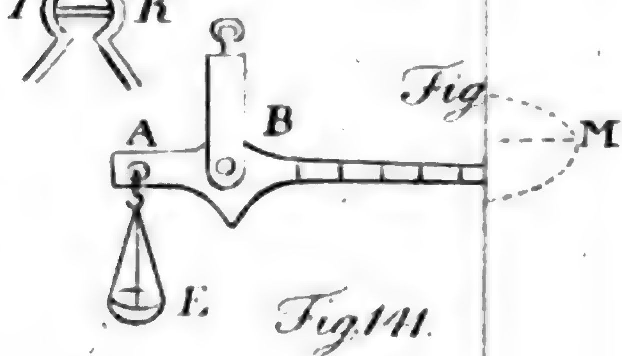

C
P
N
n
E
B
D

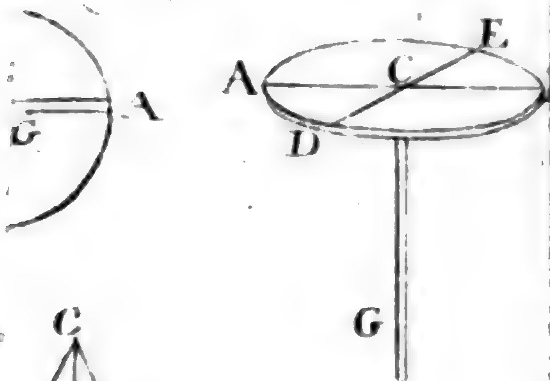

Fig. 14
C
M
L
P
m
l
b
r
E
A
H
L

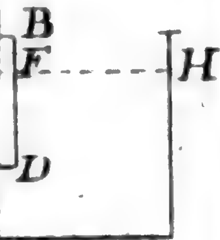
Taf. XXI.

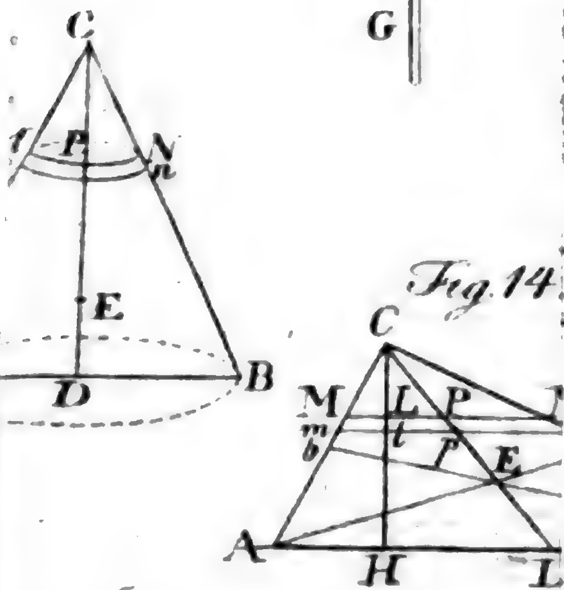

Fig. 125.
H
a
F
D
b
g. 129.
B


Fig. 12
Fig. 130.
S
B
h
D
A
B
r
B


I
K
A
B
Fig
M
E
Fig. 141.


A
C
E
D
A
G
144.


B
F
H
D


C
P
N
n
E
D
B
Fig. 14
C
M
L
P
m
b
E
A
H
L







